

L'ACQUISITION
DE LA NOTION D'INCLUSION :
RÔLE DE CERTAINS FACTEURS
PERCEPTIFS, VERBAUX
ET PRATIQUES

Jacqueline BIDEAUD

Laboratoire de Psychologie Génétique
Université René Descartes (Paris V)

Thèse soutenue le 20 juin 1974

Publiée dans les Monographies Françaises de Psychologie, n° 34

Editions du C.N.R.S. — PARIS 1976



L'ACQUISITION
DE LA
NOTION D'INCLUSION

MONOGRAPHIES FRANÇAISES DE PSYCHOLOGIE

COMITÉ DE RÉDACTION

J.M. FAVERGE, Professeur à l'Université Libre de Bruxelles.

C. FLORÈS, Professeur à l'Université de Nice.

P. FRAISSE, Professeur à l'Université René Descartes de Paris.

R. FRANCÈS, Professeur à l'Université de Paris X (Nanterre).

J.F. LE NY, Professeur à l'Université de Paris VIII (Vincennes).

J. PAILLARD, Professeur à l'Université d'Aix-Marseille.

J. PIAGET, Professeur à l'Université de Genève.

P. PICHOT, Professeur à l'Université René Descartes de Paris.

M. REUCHLIN, Professeur à l'Université René Descartes de Paris.

J.F. RICHARD, Professeur à l'Université de Paris VIII (Vincennes).

A. SOULAIRAC, Professeur à l'Université de Paris VI.

J. STOETZEL, Professeur à l'Université René Descartes de Paris.

R. ZAZZO, Professeur à l'Université de Paris X (Nanterre).

REDACTEUR EN CHEF

Pierre OLÉRON, Professeur à l'Université René Descartes de Paris.

L'ACQUISITION
DE LA NOTION D'INCLUSION :
RÔLE DE CERTAINS FACTEURS
PERCEPTIFS, VERBAUX
ET PRATIQUES

Jacqueline BIDEAUD

Laboratoire de Psychologie Génétique
Université René Descartes (Paris V)

Thèse soutenue le 20 juin 1974

Publiée dans les Monographies Françaises de Psychologie, n° 34

Editions du C.N.R.S. — PARIS 1976



L'ACQUISITION
DE LA NOTION D'INCLUSION :
RÔLE DE CERTAINS FACTEURS
PERCEPTIFS, VERBAUX
ET PRATIQUES

Joséphine BIDEAUD

Laboratoire de Psychologie Générale
Université de Paris VI



Thèse soutenue le 20 juin 1974
Publiée dans les Monographies Françaises de Psychologie, n. 34

REMERCIEMENTS

J'exprime ma reconnaissance à Monsieur le Professeur Pierre OLÉRON qui a dirigé ce travail et dont les conseils et les encouragements m'ont permis de le conduire à terme.

Ma gratitude s'adresse aussi à Michel CORCIA, attaché de recherche au C.N.R.S., pour ses remarques et ses critiques constructives; à Pierre COSLIN, attaché de recherche au C.N.R.S., et à Georges OPPENHEIM, maître-assistant à l'U.E.R. de Mathématiques de Paris V, qui m'ont conseillé pour le traitement statistique des données.

Je remercie Chantal JEANROY de sa collaboration efficace au cours de l'expérimentation.

Je tiens aussi à remercier vivement Mesdames les directrices et les institutrices des écoles maternelles Gay-Lussac, Wallon-Langevin et Joliot-Curie, de Chatillon-sous-Bagneux, dont l'aimable accueil a grandement facilité ma tâche.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.

<i>Nature des problèmes</i>	11
I. — <i>L'apport des études piagésiennes</i>	13
1) Le chapitre VII de <i>La genèse du nombre chez l'enfant</i> (1941)	13
2) Genèse des structures élémentaires (1959)	16
3) Bilan critique des études piagésiennes	27
II. — <i>L'apport des expériences d'apprentissage</i>	34
1) MORF (1959)	34
2) Les apprentissages didactiques de KOHNSTAMM (1963, 1967), LASRY (1966) HATANO <i>et al.</i> (1972)	40
3) L'expérience d'apprentissage d'INHELDER, SINCLAIR et BOVET (1974)	45
4) Bilan des expériences d'apprentissage et analyse d'apports complémentaires	48
III. — <i>Objectif de la recherche présentée</i>	51
Chapitre I. — PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA RECHERCHE.	
I. — <i>Les épreuves d'évaluation de l'inclusion</i>	55
1) Problèmes théoriques et méthodologiques	56
2) Description des épreuves	58
3) Estimation des épreuves	65
II. — <i>Procédure générale des expériences d'apprentissage</i>	66
Chapitre II. — CONSTAT DE LA SUPÉRIORITÉ DE L'EXTENSION DE LA CLASSE SUR CELLE DE LA SOUS-CLASSE : <i>Rôle des données perceptives, des verbalisations et de la manipulation.</i>	
Position des problèmes	69
Les hypothèses	72

L'expérimentation	73
Les résultats	80
Discussion	90
Chapitre III. — APPRENTISSAGE DIDACTIQUE DE L'INCLUSION : <i>Rôle de l'explication en fonction de l'âge.</i>	
Position des problèmes	97
Hypothèses et expérimentation	100
Les résultats	105
Discussion	109
CHAPITRE IV. — EXERCICE DES MÉCANISMES DE CLASSIFICATION EN VUE DE L'ACQUISITION DE L'INCLUSION : <i>Rôle des indices perceptifs et verbalisés des critères utilisés.</i>	
Position des problèmes	111
Hypothèses et expérimentation	113
Les résultats	118
Discussion	122
Chapitre V. — ANALYSE COMPARATIVE DES EFFETS D'APPRENTISSAGE OBSERVÉS A L'ISSUE DES TROIS EXPÉRIENCES : <i>Rôle des indices perceptifs, des verbalisations et de la manipulation dans l'acquisition de l'inclusion.</i>	
Comparaison des résultats observés à l'issue des divers entraînements	126
Acquisitions « spontanées » et acquisitions « provoquées » ..	135
Discussion	138
CONCLUSION	147
BIBLIOGRAPHIE	157
DOCUMENTS ANNEXES	163

INTRODUCTION

Nature des problèmes

La logique classique définit l'inclusion comme la relation existant entre deux classes qui sont dans le rapport de genre à espèce : ainsi la classe des animaux et celle des vertébrés. Pour la mathématique, l'inclusion constitue plus abstraitement la propriété d'un ensemble A dont tous les éléments font partie d'un ensemble B, ce qui s'exprime par la relation $A \subset B$. C'est une application de l'une et l'autre définition à des situations où l'on compare quantitativement les extensions de la classe et des sous-classes subordonnées qui est étudiée en psychologie génétique. Les questions posées à cet égard sont du type : « Y a-t-il plus d'enfants (genre ou ensemble B) ou plus de garçons ? » (espèce ou ensemble A); ou bien, plus concrètement, devant un collier de perles (huit rouges et deux bleues) : « Y a-t-il plus de perles ou plus de perles rouges ? »; dans ce dernier cas, c'est le prédicat qui qualifie l'espèce ou ensemble A.

Ces questions de quantification logique des classes en inclusion permettent d'évaluer la compréhension exacte des relations de partie à tout. Les réponses correctes vont de soi pour les adultes; ce n'est pas le cas pour les enfants avant l'âge de 7 à 8 ans. A la question citée plus haut, posée devant le collier de perles, ils répondent dans la majorité des cas : « Il y a plus de perles rouges (que de perles), parce qu'il y a deux bleues ... ». Sollicités de montrer les perles (toutes les perles) et les perles rouges, les enfants ne varient pas dans leur réponse fausse. PIAGET discerna le premier les difficultés rencontrées par l'enfant devant ces questions, ouvrant ainsi la voie aux études génétiques de l'inclusion. C'est en effet à partir du moment où la liaison de partie à tout s'avère chez le jeune enfant soit manquante, soit non généralisable, qu'est soulevée la question de son acquisition.

Nous nous proposons d'étudier l'acquisition de l'inclusion. Plus précisément, nous tenterons d'y éclairer le rôle des indices perceptifs, des verbalisations et de la manipulation, en liaison avec celui de facteurs d'apprentissage. La mise en œuvre de cette recherche repose sur l'estimation préalable des possibilités d'apprentissages expérimentaux de l'inclusion et sur celle des critères d'évaluation des acquisitions.

Nous ne reprendrons pas ici le débat général des relations entre logique et apprentissage; cependant deux points d'ancrage sont à spécifier au début de cette recherche.

Il est incontestable que l'expérience et l'apprentissage constituent des conditions nécessaires à l'acquisition de toute connaissance. GRÉCO, que l'on ne peut soupçonner de partialité à cet égard, souligne le fait à propos des « structures intellectuelles » [22]. Il est incontestable également que les acquisitions du sujet ne s'opèrent jamais à partir d'un organisme vide. OLÉRON [49] écrit à propos des « activités intellectuelles » : « ... un schème ⁽¹⁾ ne se construit pas ex nihilo... le sujet aborde toujours les stimuli avec un équipement de réponses déjà constitué » (p. 7).

Restent posées trois questions : celle des processus d'apprentissage qui conduisent à l'inclusion; celle de l'intervention des facteurs de perception, de langage et d'action dans ces processus; celle enfin de l'évaluation des conduites logiques acquises, qu'elles soient spontanées ou provoquées expérimentalement. Les réponses à ces trois questions ne sont pas indépendantes dans la mesure où elles renvoient toujours aux conceptions théoriques qui sous-tendent les recherches.

En effet, les psychologues qui identifient les lois du développement à celle de l'apprentissage classique maximisent les apports de la perception et du langage; ils codifient strictement les situations d'évaluation assimilées à des stimuli et sont sensibles à l'aspect quantitatif des réponses enregistrées telles quelles. Par contre, les psychologues d'obéissance piagétienne, plus soucieux de diagnostiquer des stades d'équilibre entre assimilations et accommodations que d'enregistrer des réponses, privilégient l'exercice des schèmes d'action du sujet et sont exigeants quant aux critères qualitatifs des niveaux de développement observés.

Nous situant dans une perspective d'analyse critique, nous tenterons de faire la part de ce qui revient aux conceptions théoriques et

(1) La notion de schème est ici utilisée en tant qu'exprimant une régularité « comme connexion d'une classe de stimuli à une classe de réponses » [49, p. 4].

de ce qui revient aux faits expérimentaux dans les réponses apportées aux questions posées ci-dessus par les études consacrées à l'inclusion.

Dans la première partie de cette introduction, on exposera et on discutera les contributions apportées par les recherches piagésiennes concernant le développement naturel du raisonnement d'inclusion.

Dans la seconde partie on analysera les rares expériences d'apprentissage de la notion. L'objet est d'apprécier la pertinence des procédures et le rôle des facteurs de perception, de langage et d'action qu'elles font intervenir.

En dernier lieu seront précisés les objectifs de la recherche présentée.

I. — L'apport des études piagésiennes relatives à l'acquisition naturelle de l'inclusion

PIAGET rapporte qu'étudiant en 1921 un test de BURT sur les classifications, il fut frappé par la confusion que font les enfants jusqu'à l'âge de 9-10 ans entre les termes « tous » et les termes « quelques », les premiers caractérisant l'extension d'une classe emboîtante, les seconds celle de la classe subordonnée [58]. Ainsi les expressions : « toutes mes fleurs sont jaunes » et « quelques-unes de mes fleurs sont jaunes » ont avant cet âge la même signification. La question posée est de savoir si cette difficulté à manier l'inclusion considérée sous l'angle de l'emboîtement des « quelques » dans les « tous » ne tient qu'à son expression verbale ou « à des raisons plus profondes ». Deux études génétiques de l'inclusion ont tenté de répondre à cette question : l'une conduite par PIAGET et SZEMINSKA dans « La genèse du nombre chez l'enfant » dont la première édition date de 1941, l'autre par PIAGET et INHELDER dans « Genèse des structures logiques élémentaires », ouvrage paru en 1959.

1. *Le chapitre VII de La genèse du nombre chez l'enfant.*

Dans la perspective d'un développement synchronique des diverses « opérations » du sujet, PIAGET et SZEMINSKA [70] font l'hypothèse de

connexions étroites entre les classifications additives, les sériations, la conservation du nombre et celle des quantités continues. En particulier, le nombre y est considéré comme une classe sériée. Sa construction chez l'enfant retiendrait des classes leur structure d'inclusion (1 inclus dans 2; 2 inclus dans 3) associée à l'ordre sérial, celui-ci paraissant le seul moyen d'assurer la distinction des unités entre elles en faisant abstraction de leurs qualités (1 inclus dans $1 + 1$; $1 + 1$ inclus dans $1 + 1 + 1$; etc.). C'est à ce titre de composante de la construction du nombre que l'acquisition de l'inclusion est étudiée pour la première fois, au chapitre VII de l'ouvrage cité.

Le problème d'inclusion est posé à partir de perles en bois placées dans une boîte; deux sont blanches et les autres brunes. L'expérimentateur demande à l'enfant si, dans la boîte, il y a plus de perles en bois ou plus de perles brunes. On demande encore, pour faciliter la compréhension de la question, quel collier serait le plus long: celui que l'on pourrait faire avec les perles brunes ou celui que l'on pourrait faire avec les perles en bois. Des matériels différents: perles rondes bleues et rouges, dessins de fleurs, etc., sont également utilisés. On ne connaît véritablement ni le nombre ni l'âge des enfants soumis à ce type d'interrogatoire. Les exemples cités sont ceux de sujets dont le plus jeune a 5 ans et le plus âgé 8 ans. L'observation des protocoles fait apparaître l'existence de trois stades dans l'acquisition de l'inclusion:

a) Au cours d'un premier stade, l'enfant est incapable de saisir le rapport quantitatif entre classe et sous-classe. Sa réponse fautive, typique, est la suivante: « Il y a plus de perles brunes (que de perles en bois) parce qu'il y a seulement deux blanches ». Les auteurs en concluent à l'impossibilité pour l'enfant, avant 7-8 ans, de maintenir en pensée simultanément la classe et la sous-classe, « ce qui revient à dire que logiquement il ne conçoit pas la classe B ⁽²⁾ comme résultant de l'addition $B = A + A'$, ni la classe A comme résultant de la soustraction $A = B - A'$ » (p. 209).

b) Au second stade, l'enfant parvient peu à peu à comprendre que la classe B contient plus d'éléments que la classe A; mais il ne fait cette découverte que contraint à visualiser soigneusement la classe et la sous-classe, et seulement dans certaines situations.

(2) A ce propos, PIAGET et SZEMIDSKA utilisent une formulation qui sera reprise par tous les auteurs et que nous utiliserons également. B signifie la classe, A la plus grande des sous-classes, A' , A'' ... les autres sous-classes possibles dans l'ordre $A > A' > A''$.

c) Dans un troisième stade qui est « opératoire », l'enfant de 7-8 ans comprend d'emblée la supériorité quantitative de la classe B : « parce qu'il se place d'avance au point de vue de la composition additive $B = A + A'$ et $A = B - A'$ » (p. 210). Selon les auteurs, la justification correcte : « il y a plus de perles en bois (que de brunes) parce qu'il y a aussi les blanches » revient à exprimer les deux opérations : $B = A + A'$ et $A = B - A'$. C'est la composition logique des opérations directes et inverses qui assure la réversibilité, garantie du caractère opératoire de l'acquisition.

PIAGET et SZEMINSKA observent une correspondance quant à l'âge entre ces stades et les trois étapes distinguées dans l'évolution de la conservation des quantités continues et discontinues et de la sériation. Ils en tirent la conclusion suivante : la hiérarchie additive des classes, la sériation des relations et la généralisation opératoire du nombre se constitueraient synchroniquement parce qu'elles sont trois manifestations complémentaires de la même structure du « groupement » (« groupe » pour le nombre). La structure de groupement est alors définie à propos des classifications par la composition des opérations suivantes :

a) l'opération directe : $A + A' = B$, $B + B' = C$, $C + C' = D$, etc. Nous en donnons un exemple concret qui pourra être ensuite adapté aux autres opérations :

— classes : A (perles en bois, brunes) + A' (perles en bois, blanches) = B (perles en bois)..., $B + C$ (perles en plastique) = D (perles)...

b) l'opération inverse $B - A = A'$, $C - B = B'$, etc. La composition de l'opération directe par l'opération inverse donne l'opération identique (réversibilité) : $A + A' = B \Rightarrow B - A' = A$.

c) l'opération tautologique : $A + A = A$ (perles en bois brunes + perles en bois brunes = perles en bois brunes). Elle caractérise le groupement (classes et sériations) en le limitant par rapport au groupe (nombre) où $1 + 1 = 2$.

d) l'opération associative qui, du fait de l'opération tautologique, est limitée dans le groupement. En effet, si l'on a :

$$(A + A') + B' = A + (A' + B'),$$

on a par contre :

$$A + (A - A) \neq (A + A) - A,$$

puisque :

$$A + (A - A) = A$$

alors que :

$$(A + A) - A = A - A.$$

Cette opération associative est par contre complète dans la structure de groupe dont le nombre est un exemple puisque :

$$(1 + 1) - 1 = 1 + (1 - 1).$$

Cette définition précise du groupement est indispensable pour comprendre la situation de l'inclusion dans la perspective opératoire : les deux égalités qui conditionnent l'inclusion des perles dans le problème ci-dessus ($A + A' = B$; $B - A' = A$) sont considérées comme génératrices de tout groupement additif des classes. Une fois en possession de ces éléments, on peut composer, dans le cas où la classe B est incluse dans C, C dans D, etc., toutes les opérations du système. Mais c'est la possession de tous les éléments du système qui garantit le caractère opératoire des deux égalités considérées, en assurant leur réversibilité.

2. La genèse des structures logiques élémentaires.

Sept des dix chapitres qui constituent l'ouvrage de PIAGET et INHELDER [66] sont consacrés à la composition additive des classes. L'étude de l'inclusion y est abordée dans trois perspectives : A) celle des relations entre inclusion et diverses conduites pratiques et verbales de classification, B) celle des mécanismes formateurs qui rendent compte de son évolution, C) celle enfin du rôle joué par la perception, le langage et l'action dans son acquisition.

A) *Inclusion et conduites de classification.*

Un système de classes logiques existe pour un sujet quand il peut distinguer et coordonner en compréhension et en extension les classes en présence. La compréhension peut être définie comme l'ensemble des ressemblances et des différences qui existent entre les éléments à classer; l'extension délimite l'ensemble des éléments auxquels s'appliquent les différences et les ressemblances spécifiques. Ainsi, les relations entre les qualités : brunes, blanches, « en bois », constituent la compréhension des classes de perles (perles en bois, brunes et blanches) en présence. L'extension définit l'ensemble de toutes les perles en bois, celui des perles brunes et celui des perles blanches; la coordination

de l'extension et de la compréhension établit les rapports de subordination entre les sous-classes des perles brunes et blanches et la classe des perles en bois qui définissent l'inclusion selon la formalisation : $A + A' = B \Rightarrow B - A = A'$.

Le développement de la conduite de classification chez l'enfant s'effectuerait selon un processus de différenciation et de coordination simultanées entre compréhension et extension des classes. Ce processus est étudié par les auteurs au moyen de l'observation de conduites pratiques de classement et de celle de conduites verbales : réglage des « tous » et des « quelques » et quantification de l'inclusion.

a) L'observation des conduites de classification spontanée d'un grand nombre d'enfants⁽³⁾ permettent de discerner trois stades dans ce développement.

Le premier stade est celui des collections figurales. Les plus jeunes enfants, âgés de 2 à 4 ans, auxquels on demande de classer soit des formes géométriques, soit des objets quelconques, les disposent non seulement selon leur ressemblance et différence individuelle mais selon des relations de convenance ou d'usage (marteau et clou, triangle sur carré pour figurer une maison); la juxtaposition spatiale des éléments réunis selon une compréhension mal définie tient lieu d'extension.

Le second stade apparaît aux environs de 4 ans. Il est caractérisé par la construction de collections « non figurales ». L'enfant rassemble les éléments en petits tas selon les seuls critères de ressemblance et de différence; ces amas sont peu à peu subdivisés en sous-ensembles. Au fur et à mesure de la différenciation des collections et de la réduction des petites collections à de plus grandes, on conclut à un progrès dans la coordination d'une compréhension et d'une extension bien différenciées.

Au cours du troisième stade (7-8 ans), les collections se différencient et se hiérarchisent parfois très subtilement. Il paraît cependant très difficile aux auteurs d'affirmer que le sujet atteint ici le stade opératoire, c'est-à-dire qu'il conserve constamment le tout B en utilisant l'inversion $B - A = A'$; on sait que l'opération identique est considérée en effet comme le seul garant de la coordination requise entre la

(3) Dans l'introduction, PIAGET et INHELDER indiquent qu'ils ont interrogé 2159 enfants pour l'ensemble des études rapportées dans l'ouvrage. L'âge des enfants n'est pas indiqué, sinon sporadiquement dans le rapport des quelques protocoles cités; pour chacune des études, les indications relatives à la population observée sont rares et incomplètes.

compréhension et l'extension des classes d'objets manipulés. L'observation des classifications spontanées pratiques est alors complétée par deux séries d'épreuves-test de l'opérativité des sujets : les premières ont pour objet la notion que les enfants se donnent des « quelques » et des « tous » ; les secondes reprennent les questions de quantification de l'inclusion posées par PIAGET et SZEMINSKA.

b) La plus significative des épreuves de la première série est celle du réglage des « tous » et des « quelques » à propos de formes géométriques⁽⁴⁾. On présente à l'enfant cinq ronds bleus, deux carrés bleus et deux carrés rouges tous mélangés mais alignés. Quatre questions sont posées :

- tous les ronds sont-ils bleus ? (A/B) ⁽⁵⁾
- tous les bleus sont-ils ronds ? (B/A)
- tous les carrés sont-ils rouges ? (B/A)
- tous les rouges sont-ils carrés ? (A/B)

Les enfants répondent toujours correctement à l'une ou l'autre des quatre questions, plus rarement à deux questions du même type et d'une manière encore moins cohérente aux quatre questions : 9 % des enfants de 5 ans et seulement 50 % des enfants de 9 ans utilisent correctement les « tous ».

Les questions : « Tous les B sont-ils des A ? » paraissent plus faciles que les questions : « Tous les A sont-ils des B ? », les premières pouvant être résolues à l'aide de la seule inspection figurative de la réunion $B = A + A'$, sans recours nécessaire à l'opération inverse. Les questions de type B/A sont résolues au stade pré-opératoire comme si tous les A étaient tous les B, ce qui correspond à une fausse quantification du prédicat par défaut de l'opération inverse $B - A = A'$. Les plus jeunes enfants (5-6 ans) répondraient plus facilement aux questions B/A qui n'impliquent pas forcément l'inclusion de A dans B ; les sujets plus âgés (6-7 ans) répondraient davantage aux questions A/B parce que, s'essayant à la quantification correcte du prédicat, ils ne peuvent plus répondre aux questions B/A en dehors de cette quantification comme c'est le cas pour les enfants plus jeunes. Ces deux comportements sont le propre du stade non-figural, le réglage des « tous » s'étant révélé inapplicable aux enfants de 3-4 ans du stade figural.

(4) Il s'agit dans cette épreuve du réglage des « tous » et des « quelques » par les « tous ». Nous l'appellerons désormais plus simplement réglage des « tous ».

(5) La formalisation entre parenthèses indique le sens de la question : A/B = évaluation des éléments de la sous-classe par rapport à ceux de la classe ; B/A = évaluation inverse.

Les différenciations pratiques des collections en sous-collections lors des classifications spontanées du stade non figural pourraient impliquer l'existence de classes emboîtées. Seul l'emploi correct des « tous » à leur propos témoignerait cependant, selon les auteurs, de l'atteinte du stade opératoire. Il faut noter toutefois que l'application du réglage aux classifications pratiques utilise une verbalisation différente de celle décrite plus haut, qui sert cependant de base à l'étude des « tous » et des « quelques ». La nouvelle verbalisation fait appel à une action virtuelle : « Si tu veux faire un bouquet de toutes les fleurs, prendras-tu les primevères ? — Si tu cueilles toutes les primevères, restera-t-il des fleurs ? », ce qui semble rendre le réglage des « tous » plus facile. C'est sous cette forme qu'il est associé aux questions de quantification qui constituent la deuxième série des épreuves-test de la conduite de classification pratique.

c) Les interrogations de quantification sont posées à propos de fleurs (images), de perles et d'animaux (images). Dans un ouvrage ultérieur, PIAGET et INHELDER, en rappelant ces expériences, donnent un compte rendu précis de la procédure [67, p. 138-139] :

« ... I — On présente à l'enfant une dizaine de perles en bois (en lui faisant vérifier qu'elles sont toutes en bois) dont deux rouges et huit jaunes, et l'on demande : a) « y a-t-il dans cette boîte (ouverte) plus de perles en bois ou plus de perles jaunes ? »; b) « deux petites filles (donner des noms) voudraient faire un collier de perles. La première (nom) prend toutes les perles jaunes. Puis elle va défaire son collier et remettre les perles dans la boîte. La seconde (nom) prend toutes les perles en bois. Laquelle pourra faire un plus long collier ? »; c) « si tu me donnes toutes les perles en bois, est-ce qu'il restera des perles dans la boîte ? »; d) reprise de la question a ».

Le même type de procédure est utilisé à propos des images de fleurs et d'animaux avec cependant dans ces deux cas l'intervention d'un double emboîtement : fleurs/primevères et primevères/primevères jaunes, pour les fleurs; animaux/« animaux qui volent » et « animaux qui volent »/insectes, pour les animaux.

Les questions portant sur les « tous » avec actions virtuelles : « Si tu cueilles toutes les fleurs, prendras-tu les primevères ? » ou « Si on tue tous les canards, restera-t-il d'autres animaux ? » sont associées aux questions de quantification posées sur les images de fleurs et d'animaux, classées préalablement par les enfants. Les réponses montrent un décalage entre la compréhension correcte des « tous » et celle

de la quantification de l'inclusion. La compréhension des « tous » qui ne coïncide pas avec la quantification de l'inclusion ne saurait être opératoire. Elle ne ressortirait que d'intuitions figuratives non coordonnées. L'enfant qui répond correctement peut néanmoins « intuitionner le tout comme une réunion de ses parties... et l'une des parties comme séparée de l'autre sans être capable pour autant de comparer en extension la partie A au tout B » (p. 110).

TABLEAU I

A. PIAGET et INHELDER [66, p. 112 et 120] : Pourcentage des réponses justes aux questions d'inclusion.

a) *Images de fleurs*

A < B : « ... plus de primevères ou plus de primevères jaunes ? »

B < C : « ... plus de fleurs ou plus de primevères ? »

Ages (N. de sujets)	5-6 ans (20)	7 ans (19)	8 ans (17)	9-10 ans (13)
A < B	30	38	67	96
B < C	47	47	82	77
Les deux	24	26	61	73

b) *Images d'animaux*

A < B : « ... plus d'insectes ou plus d'animaux qui volent ? »

B < C : « ... plus d'animaux qui volent ou plus d'animaux ? »

Ages (N. de sujets)	(8 ans) (17)	9 ans (22)	10 ans (14)	11 ans (17) (1)	12 ans (47) & 13 ans
A < B	43	50	50	46	67
B < C	38	66	62	82	75
Les deux	25	27	42	56	67

(1) Il semble qu'il y ait une erreur dans cette colonne du tableau.

B. PIAGET et INHELDER [67, p. 139] : Réussites totales (en %) des sujets à la quantification de l'inclusion ⁽¹⁾.

Ages	5 ans	6 ans	7 ans	8 ans	9 ans
Perles	7	13	40	60	70
Fleurs	10	23	43	60	73
Les deux	3	13	30	50	67

(1) 30 sujets par âge.

L'épreuve appliquée aux images d'animaux montre une apparition plus tardive du stade opératoire. Des sujets de 8 ans qui donnent des réponses correctes sur les images de fleurs échouent devant les images d'animaux. Les auteurs en concluent à la nature proprement opératoire et non seulement linguistique du schème de l'inclusion, dans la mesure où l'action virtuelle de l'enfant sur les animaux paraît plus difficile que celle exercée sur les fleurs. Ils en concluent également à l'achèvement tardif de la structure d'inclusion qui ne serait finalement atteinte qu'aux confins du stade des opérations formelles.

On trouvera ci-dessus, dans le tableau I A, le pourcentage des bonnes réponses observé par PIAGET et INHELDER à propos des fleurs et des animaux.

La comparaison entre les résultats obtenus avec les fleurs et les perles, qui est annoncée par PIAGET et INHELDER [66, p. 105], n'est finalement pas effectuée. Elle est cependant donnée, à propos de fleurs artificielles et de perles, dans un ouvrage ultérieur des deux auteurs [67, p. 139]. Nous la reproduisons ci-dessous dans le tableau I B. Les acquisitions de bonnes réponses sont plus tardives avec les perles. Ainsi que pour les images de fleurs et d'animaux (tableau I A), on observe moins de réussites à toutes les questions posées à la fois qu'aux plus difficiles des questions posées séparément. Les auteurs en concluent à la dépendance, au niveau des opérations concrètes, entre les formes logiques et leur contenu « dont elles ne constitueraient qu'une structuration relative à lui, sans généralisation nécessaire » (p. 139).

L'atteinte simultanée de la classification hiérarchique pratique, du réglage des tous et de l'inclusion, semble donc bien constituer, à propos d'un matériel donné, l'indice certain du stade opératoire concret. La quantification de l'inclusion constituerait le critère le plus fin de l'opérativité des autres réussites qui, sans elle, appartiendraient au stade intuitif où les réponses de l'enfant sont gouvernées par les aspects particuliers des stimuli.

B) *Les mécanismes formateurs de l'inclusion.*

PIAGET et INHELDER consacrent le chapitre VII de la « Genèse des structures logiques élémentaires » à l'étude des facteurs de mobilité anticipatrice et rétroactive, « constitutifs » des classifications⁽⁶⁾.

(6) Selon la théorie opératoire ces facteurs de mobilité rétroactive et anticipatrice constituent le contexte fonctionnel au sein duquel s'élabore la structure fondamentale

La réunion des opérations directes et inverses qui fonde l'inclusion se réduirait fonctionnellement à la connexion croissante entre une méthode ascendante de classification (actions de rassembler des petites collections pour en construire de plus grandes : $A + A' + A'' \dots = B$) et la méthode descendante (actions de séparer, de subdiviser les grandes collections en collections plus petites : $B = A + A' + A'' \dots$). Ces connexions résulteraient par ailleurs des liaisons entre une mobilité anticipatrice et une mobilité rétroactive qui constituent selon les auteurs « les mécanismes fondamentaux qui nous fourniront la clé de la réversibilité opératoire et par conséquent de l'inclusion »⁽⁷⁾ (p. 121). Les anticipations correspondent à des projets de classement et les rétroactions à des remaniements de classements effectués. Trois épreuves sont mises en œuvre pour étudier ces mécanismes.

Le principe de la première d'entre elles consiste à faire réaliser à l'enfant un classement de formes géométriques dans deux boîtes⁽⁸⁾ qui peuvent être ou non cloisonnées. On lui donne ensuite en trois fois des éléments nouveaux dont l'adjonction nécessite un remaniement de la classification précédente.

Les enfants du stade des collections figurales persévèrent dans la classification précédente et incorporent arbitrairement les éléments ajoutés selon les rapports de convenance propres à ce stade. A 5-6 ans, la conduite de l'enfant marque des progrès évidents dans la conciliation des éléments ajoutés avec le système antérieur et parvient à des ébauches de table à double, triple et même quadruple entrée. Au troisième stade (7-8 ans), il n'y a plus de persévération, plus d'oublis des classifications précédentes; les remaniements suscités par les adjonctions s'effectuent par des subdivisions nouvelles des classifications antérieures.

Dans une seconde expérience, reconnue par les auteurs comme étant plus difficile, on demande à l'enfant de remanier une classification achevée sans proposition d'adjonctions nouvelles. Trois critères de classification sont susceptibles d'être utilisés : 27 % des sujets de 5 ans donnent deux critères, 76 % des enfants de 6 ans donnent deux et trois critères (p. 211).

Dans une troisième expérience, les projets de classification sont

qu'est la réversibilité. Ils entrent en jeu dans le développement de toutes les notions : conservations, sériations, nombre, etc...

(7) Souligné par nous.

(8) Dans une variante de l'épreuve, les auteurs suppriment les boîtes.

étudiés en même temps que les changements de critères. Deux procédures sont mises en œuvre. Dans la première, on donne à l'enfant une série d'enveloppes vides : la question d'anticipation se pose sous la forme d'un projet de répartition des objets géométriques dans les enveloppes, avec inscriptions sur celles-ci de ce qu'elles devront contenir quand le classement sera effectué. Dans la seconde procédure, on donne un nombre d'enveloppes déterminé qui, dit-on, a été utilisé par un camarade; on demande à l'enfant de réaliser le classement de ce camarade. Dans l'une et l'autre technique on sollicite un remaniement par diminution ou augmentation du nombre des enveloppes, une fois le premier classement effectué.

Les résultats montrent que si 25 % des enfants de 4 ans (début du stade non figural) parviennent à une anticipation partielle, aucun d'entre eux ne réussit les changements immédiats de critères. Avec l'âge croissent à la fois les anticipations complètes et les changements de critères. C'est ainsi qu'à six ans 55 % des enfants réalisent les anticipations, 58,8 % un ou deux changements de critères par tâtonnements et 5,9 % un ou deux changements de critères immédiats. La conduite de changement de critères est plus tardive que celle d'anticipation. Les auteurs en concluent : « ... il s'agit donc bien là d'une conduite de niveau opératoire supérieure aux anticipations partielles et complètes... » (p. 221). Les anticipations et semi-anticipations sont dites pré-opératoires.

Le sujet, conduit par des rétroactions et des anticipations d'abord à court terme puis à plus long terme, se trouve engagé selon les auteurs en deux sortes de construction : ou bien il procède par des petites collections ayant pour critères des qualités communes limitées qu'il réunit en collections plus grandes (méthode ascendante); ou bien il débute par de grands ensembles, caractérisés par des qualités communes très générales, qu'il subdivise en petites collections (méthode descendante). L'emploi exclusif de l'une ou l'autre méthode est le propre du stade non figural. Le passage au stade opératoire s'explique par le progrès des mécanismes rétroacteurs et anticipateurs qui tendent à un point d'équilibre. Celui-ci sera atteint lorsque le processus ascendant et le processus descendant « ne constitueront plus qu'un seul et même système de transformations », qui assure la coordination de l'extension-compréhension des classes.

La classification pratique hiérarchisée, le réglage des « tous », le changements de critère, ne sont que des expressions de la mobilité

opératoire réversible appliquée aux classifications additives. La quantification de l'inclusion en est également une expression, mais de plus elle constitue « le critère le plus fin d'un tel achèvement » (p. 287).

C) *Rôle du langage, de la perception et de l'action dans l'acquisition de l'inclusion.*

Le rôle de ces trois facteurs est évalué sous forme d'hypothèses dans l'introduction de la « Genèse des structures logiques élémentaires ». La conclusion du même ouvrage présente très brièvement ces hypothèses comme étant confirmées par les observations relatives aux conduites de classification et de sériation observées chez les enfants.

Le langage est considéré comme une condition nécessaire et non suffisante de la construction des classifications. Trois séries de données étayent selon PIAGET et INHELDER cette prise de position. Les premières résultent des examens des sourds-muets conduits par VINCENT [90] et OLÉRON [44-45] : les sourds-muets réussissent les mêmes classifications élémentaires que les normaux. Les autres données concernent l'étude des premiers schèmes verbaux ou « pré-concepts » et celle des schèmes opératoires liés au langage. L'exemple bien connu de l'utilisation du mot « chat » par les enfants n'impliquerait pas le maniement en compréhension et en extension de la classe des « chats ». En outre, il ne suffit pas que des liaisons d'inclusion soient inscrites d'avance dans le langage : « tous les chats sont des animaux », pour que l'emploi de leur verbalisation suscite « l'assimilation immédiate » de la notion logique correspondante. La confirmation de ces données est apportée par l'étude génétique du réglage des « tous » que nous avons exposée plus haut. Elle est renforcée par celle de la sériation. A partir du moment où la construction des structures de sériation qui sont beaucoup moins étroitement unies au langage marquent une légère avance sur celle des classifications, les auteurs concluent à une autonomie du développement opératoire par rapport au langage.

Après avoir éliminé le langage comme source possible des classifications logiques, PIAGET et INHELDER examinent ce qui, dans leur construction, pourrait être attribué aux « structures perceptives ». Les liaisons entre la compréhension et l'extension des classes logiques trouvent en effet une certaine équivalence dans la perception. Cette dernière connaît l'appartenance partitive déterminée par la proximité spatiale : ainsi le nez fait partie de la figure ; par contre un carré

donné ne fait partie d'un agrégat perceptif de formes carrées que s'il y est inclus spatialement. La perception connaît aussi les ressemblances par assimilations successives dans le temps : un carré peut être perçu comme ressemblant à un autre carré qui vient de l'être également. Mais il n'existe aucune correspondance nécessaire entre les ressemblances (compréhension) et l'appartenance partitive (extension) : les yeux et le nez font partie du visage sans se ressembler; un carré peut ressembler à un autre carré sans pour cela faire partie du même ensemble perceptif. La perception ne connaît ni l'appartenance inclusive, ni l'inclusion qui sont le propre des classes logiques.

Ces considérations qui rejettent les facteurs perceptifs comme source possible des classifications seraient confirmées par l'étude du développement des sériations. Les configurations sériales sont en effet beaucoup plus faciles à appréhender perceptivement que les classes d'objets; leur développement est cependant aussi long et complexe que celui des classes, ce qui prouverait le peu d'influence de la perception sur le développement des opérations concrètes ⁽⁹⁾. En outre, la connaissance perceptive ne peut être antérieure à aucune autre forme de connaissance; elle est solidaire à tous les niveaux des schèmes d'action dont elle ne constitue qu'une différenciation particulière. Elle ne peut être source d'assimilations successives en compréhension et en extension qu'en tant qu'elle est intégrée, dès son niveau le plus simple, à ces schèmes sensori-moteurs dont les auteurs font alors l'hypothèse qu'ils constituent les « racines » des conduites opératoires de classification.

Il existerait en deçà du niveau où apparaît le langage une sorte de logique inhérente au système de schèmes sensori-moteurs utilisés par l'enfant. Un schème sensori-moteur est défini comme étant « une coordination de mouvements propres susceptibles, en tant que coordonnés d'une manière stable et qu'accompagnés de signalisations perceptives également schématisées, de s'appliquer à une suite d'objets nouveaux analogues entre eux et de situations nouvelles également analogues » (p. 22). Tirer à soi par l'intermédiaire d'un support (couverture par exemple) un objet posé sur ce support est l'exemple d'un schème qui apparaît aux environs de 10 mois. Il peut être considéré comme partiellement isomorphe à une structure de classe en ce sens qu'il comporte une extension et une compréhension. L'extension constitue l'ensemble des situations dans lesquelles le bébé agit de la même

(9) La légère avance de l'acquisition de la sériation qui est invoquée contre le langage ne l'est plus, ici, en faveur des indices perceptifs.

manière qu'il s'agisse de poupées, de gobelets, d'objets divers posés sur une couverture ou sur un support analogue. La compréhension définit les caractères communs de ces situations : éloignement de l'objet qui ne peut être saisi directement, proximité du support, etc... De plus, à tous les niveaux un schème peut être emboîté dans un système de schèmes : le support mobile peut être une couverture puis devenir une ficelle, un bâton, etc... Il existerait donc à ce propos une certaine classification hiérarchisée inhérente aux conduites du sujet. C'est ce schématisme qui catégoriserait l'objet et non la perception seule comme le pense BRUNER [10].

Mais du point de vue du sujet, il ne s'organise aucune coordination entre cette extension et cette compréhension. L'appartenance schématique de l'objet perçu au schème sensori-moteur relève de la compréhension (ressemblance avec un autre objet qui avait été tiré) plus que de l'extension du schème de « tirer un objet placé hors de portée sur un support qui est accessible ». Il n'y a là encore ni appartenance intuitive ni inclusion. Le jeu des ressemblances et différences en compréhension est respecté mais non celui des rapports en extension de ces ressemblances et différences. Si les schèmes sensori-moteurs sont à la racine des classifications, ils en sont encore très éloignés. Les coordinations entre une compréhension et une extension bien différenciées seront assurées par les « coordinations successives des actions générales de réunion et de séparation appliquées aux objets d'un seul tenant (continu) aussi bien qu'aux ensembles discontinus » (p. 282).

Trois constatations confirmeraient cette hypothèse. La première concerne l'indifférenciation des conduites pré-logiques et infra-logiques ⁽¹⁰⁾ qui caractérise, nous l'avons vu, le stade des collections figurales; l'enfant classe alors les objets à la fois selon les ressemblances et différences (relations prélogiques) et les convenances (relations topologiques infra-logiques). L'origine des classifications se situerait donc dans les activités très primitives de réunion et de séparation. En second lieu, l'apparition tardive des inclusions de classes d'animaux prouverait l'origine « opératoire » de la notion qui s'acquiert plus difficilement lorsqu'elle ne prolonge pas une action possible comme celle de cueillir des fleurs ou d'enfiler des perles. Enfin l'apparente synchronie du développement des classifications, inscrites d'avance dans le

(10) Dans la terminologie piagétienne, les relations et opérations infra-logiques sont celles qui tendent à construire l'objet, l'espace et le temps; les relations et opérations prélogiques et logiques établissent des relations entre les objets.

langage, et des sériations, inscrites dans les configurations perceptives qui les soutiennent, est reprise pour confirmer l'autonomie du développement de l'inclusion par rapport aux facteurs de langage et de perception.

L'inclusion, critère opératoire des classifications additives, est reliée à des actions élémentaires qui peu à peu se coordonnent entre elles puis aux régulations (anticipations et rétroactions) qui assurent leur intériorisation et leur généralisation. Les lois de son évolution ne sont pas subordonnées à des facteurs particuliers du langage, de la perception et de l'apprentissage. Elles relèvent d'un processus d'équilibration.

3. *Bilan critique des études piagésiennes.*

L'apport des premières études piagésiennes concernant l'inclusion est fondamental à plusieurs titres.

Leur premier mérite est d'avoir fait apparaître, au prix de minutieuses investigations, les différences qui existent entre le raisonnement d'inclusion du très jeune enfant, celui de l'enfant plus âgé et celui de l'adulte. La logique ou mieux la pré-logique des classes de l'enfant n'est pas une réduction quantitative et qualitative de celle de l'adulte; elle est « autre ». La lente acquisition de la notion, qui se termine « aux confins de l'étape formelle » requiert une construction laborieuse.

Les nombreuses reprises, par divers auteurs, des investigations piagésiennes concernant le développement de l'inclusion spontanée ont confirmé l'existence des trois étapes observées : réponses fausses figuratives, réponses justes à propos de certaines configurations perceptives, réponses généralisables à des situations diverses. Sont confirmés également dans une certaine mesure les âges d'apparition des étapes. Les différences observées, en particulier dans les études de MORF [43], ELKIND [15], LOVELL, MITCHELL et EVERETT [39], SMEDSLUND [84] et KOFISKY [31], semblent être liées aux variations apportées dans le choix des matériels et des consignes verbales ⁽¹¹⁾.

C'est la seconde contribution de ces études d'avoir proposé un modèle formel du développement de l'inclusion assez souple pour serrer

(11) Il s'agit ici d'études de l'inclusion « spontanée » associées ou non à des expériences d'apprentissage. Dans ce dernier cas elles en constituent les « pré-tests ». On peut encore citer les observations de DODWELL [13], KOHNSTAMM [32-33], LASRY [35], LASRY et LAURENDEAU [36].

de près les conduites effectives du sujet. Il ne pouvait être question de présenter *in extenso* la théorie opératoire dans le cadre limité de notre travail; nous avons choisi de cerner au plus près les problèmes en exposant l'application que PIAGET et SZEMINSKA, PIAGET et INHELDER en ont faite à l'acquisition de l'inclusion. Cette application prouverait encore, si cela était nécessaire, que le modèle épistémologique se situe au double niveau de l'analyse théorique et de l'analyse fonctionnelle, ce qui élargit considérablement sa portée.

Ces contributions sont fondamentales et incontestées. Ce qui peut être contesté, c'est l'assimilation du sujet psychologique au sujet épistémique piagétien ⁽¹²⁾, dans la mesure où elle se traduit pratiquement par une articulation insuffisante entre les données expérimentales et les positions théoriques. Les critiques émises à cet égard mettent en cause l'imprécision méthodologique et l'insuffisance des données expérimentales; elles visent les interprétations piagésiennes qui concernent, d'une part le développement de l'inclusion et de la classification en tant que « structures », d'autre part l'intervention dans ce développement des facteurs de perception de langage et d'action.

A) *Inclusion, classification et structures de groupement.*

En premier lieu, rien ne permet d'affirmer à partir des protocoles cités par PIAGET et SZEMINSKA, PIAGET et INHELDER, que la réponse correcte d'inclusion soit l'indice de l'existence d'un groupement additif des classes. La preuve en est apportée par les observations de PIAGET et INHELDER à propos des classes de fleurs. L'inclusion correcte des primevères dans les fleurs ⁽¹³⁾ n'entraîne pas de soi celle des primevères jaunes dans les primevères (cf. tableau I). C'est cependant ce double emboîtement inclusif qui peut garantir, jusqu'à un certain point et pour les seules fleurs, le fonctionnement de la composition additive des classes. Les opérations de classification n'ont encore, jusqu'à l'âge de 11-12 ans, selon la remarque même de PIAGET et INHELDER [67, p. 118] : « rien d'un mécanisme formel applicable à tous les contenus ». Le sujet psychologique ne fonctionne, semble-t-il, selon le modèle épistémologique que lorsqu'il est capable de formaliser lui-même sa propre

(12) PIAGET, in BETH et PIAGET [5], oppose le sujet « épistémique » au sujet « psychologique ». Le sujet épistémique est « ce qu'il y a de commun à tous les sujets » (p. 305); cf. également BATRO [3, p. 173-174].

(13) L'acquisition de l'inclusion des primevères dans les fleurs semble plus facile que celle des primevères jaunes dans les primevères (cf. ci-dessus, tableau I).

démarche. Mais alors comment peut-on affirmer devant une réponse rapide et justifiée d'inclusion que l'enfant « se place d'avance au point de vue de la composition additive » ? Et comment peut-on utiliser cette unique réponse en tant que critère de la classification additive opératoire dans ses relations avec la sériation et le nombre ? Les conclusions relatives à l'appartenance de ces trois « opérations » à la même structure de groupement en sont affaiblies. Elles le sont d'autant que ce ne sont pas les mêmes sujets qui sont soumis aux mêmes épreuves. Dans la mesure en effet où des sujets différents passent des épreuves différentes sur des matériels différents⁽¹⁴⁾, il semble pour le moins hasardeux d'inférer des relations causales à partir de concomitances observées entre la succession des non-réussites et des réussites aux diverses tâches. Conscients de ces insuffisances, divers auteurs ont tenté de vérifier les interprétations piagésiennes à l'aide d'une méthodologie plus stricte.

L'hypothèse de la nature invariante du développement des classifications⁽¹⁵⁾ jusqu'à l'inclusion a été mise à l'épreuve par KOFKY [31]. Sur la base des observations et des hypothèses développées par PIAGET et INHELDER [66], l'auteur établit une liste ordonnée des étapes de ce développement. Des épreuves qui correspondent à ces diverses étapes sont administrées à 122 enfants âgés de 4 à 9 ans. Un matériel unique constitué de blocs géométriques est utilisé dans tous les problèmes proposés. Une première série de résultats établit l'ordre réel de difficulté des épreuves selon les pourcentages globaux de réussites et d'échecs à chacune d'elles. Celui-ci se révèle différent de l'ordre prédit. Six étapes sont définies : le réglage des « tous » apparaît en second (52 % des enfants de 4 ans), bien avant l'inclusion qui apparaît en cinquième position devant les classifications hiérarchiques.

Dans un deuxième temps KOFKY traite ses résultats selon une technique d'échelle mise au point par LOEVINGER [38], pour déterminer si les sujets qui ont résolu un problème donné ont également résolu les problèmes qui ont été reconnus plus faciles. Seulement 27 % des sujets passent les différents items jusqu'à un certain point de l'échelle

(14) L'utilisation de matériels différents n'est criticable que dans l'étude des relations entre classification et inclusion; elle ne l'est pas et pour cause en ce qui concerne les relations entre l'inclusion et les conservations.

(15) DENNEY [12] et KUHN [34] ont observé le développement des classifications pratiques d'objets géométriques sans référence aucune à la quantification de l'inclusion. Les données recueillies par KUHN semblent étayer l'hypothèse de la nature invariante du développement selon le modèle piagétien. Les résultats de DENNEY, par contre, font apparaître des types de conduites pratiques et verbales qui ne correspondent ni aux stades de PIAGET et INHELDER [66] ni à ceux observés par VIGOTSKY [89].

tout en échouant aux items supérieurs. Il est notable qu'un des items les plus perturbateurs soit justement l'inclusion; si 29 % des enfants de 4 ans répondent à deux questions d'inclusion, 14 % seulement réussissent les tâches qui correspondent à l'opération inverse $B - A' = A$, constitutive avec l'opération directe de cette même inclusion selon PIAGET et coll. En conclusion, KOFSKY se demande « si le développement logique possède vraiment quelque régularité » [30, p. 202].

L'hypothèse piagétienne d'un développement de l'inclusion solidaire de celui des opérations concrètes (structure de groupement) a été mis à l'épreuve par divers auteurs. Les résultats d'une recherche de DODWELL [14] indiqueraient que l'inclusion et le nombre cardinal se développent indépendamment l'un de l'autre dans une large mesure, chez des enfants âgés de 5;8 à 8;8. SMEDSLUND [84-85] n'a pu établir, sur un échantillon de 160 enfants âgés de 4 à 9 ans, aucune approximation des relations exactes entre inclusion et conservation. Une indication précise apparaît concernant l'inclusion et la multiplication des classes et des relations : la première précéderait « toujours » les deux autres. LASRY [35] propose des épreuves de transitivité et de conservation à 16 incluants naturels âgés de 6 à 9 ans : la généralisation à ces deux épreuves n'est pas clairement présente. WOHLWILL [101] soumet à des épreuves de conservation et d'intersection des classes, des enfants incluants et incluants partiels âgés de 4;8 à 5;8. Pour un groupe d'enfants (96 sujets) un minimum de bonnes réponses d'inclusion (au moins une sur cinq) précède toujours la conservation; un maximum de bonnes réponses (au moins quatre sur cinq) précède encore la conservation s'il s'agit d'inclusions purement verbales mais se développe parallèlement s'il s'agit d'inclusions de classes concrètes. Malheureusement pour un second groupe d'enfants (54 sujets), les données recueillies vont exactement dans l'autre sens. Selon WOHLWILL « la question doit être tenue pour le moment comme non résolue [101, p. 462]. Les acquisitions spontanées de l'inclusion entre 5 et 9 ans ne s'accompagnent pas obligatoirement d'une généralisation des progrès à des opérations synchrones. Il n'existe aucune vérification expérimentale rigoureuse de cette hypothèse, pas plus d'ailleurs qu'il n'en existe de l'hypothèse d'un ordre précis des conduites de classification qui mèneraient à l'inclusion ⁽¹⁶⁾.

(16) L'imprécision de la démarche méthodologique piagétienne a été signalée également par LUNZER [40] et DODWELL [13] pour les conservations, par WOHLWILL [99] pour l'ensemble des opérations concrètes et par SHANTZ [75] à propos des classifications multiplicatives.

Une autre faiblesse de l'interprétation piagétienne nous paraît être l'usage abusif de l'argument « post hoc... », signalé par WOHLWILL [99]. Ainsi l'emploi correct des « tous » est affirmé opératoire au terme d'une étude sur les formes géométriques. Au cours d'une observation qui porte sur des classes de fleurs, PIAGET et INHELDER remarquent que ce réglage ne coïncide pas nécessairement avec la quantification de l'inclusion. La compréhension correcte des « tous » n'est plus alors jugée « opératoire » que si la quantification la suit. Dans le cas contraire elle est dite « intuitive ». Rien ne prouve cependant qu'elle ne puisse être soit constamment intuitive soit constamment opératoire; dans ce dernier cas, il y aurait alors parfois un décalage horizontal entre la coordination verbale de l'extension et de la compréhension et sa quantification. Mais ce concept même de « décalage horizontal », qui est invoqué implicitement à partir du moment où une bonne réponse d'inclusion n'en suscite pas nécessairement une autre, paraît une carte forcée pour légitimer *a posteriori* un état de faits.

Ces ambiguïtés de la démarche expérimentale entraînent des incertitudes tant au niveau de l'évaluation des acquisitions qu'à celui de la formulation et de la signification des concepts. On ne sait plus bien quels sont les critères de l'opérativité; on ne sait plus bien distinguer ce qui est « structure » de ce qui ne l'est pas tout à fait. On en est que plus étonné devant les exigences des piagétiens à l'égard des acquisitions provoquées par apprentissage.

B) *L'intervention des facteurs de langage, de perception et d'action.*

La généralité des prises de position piagésiennes concernant le rôle du langage [64-66] a été discutée par OLÉRON [51] qui met en cause la pertinence de l'expression « condition nécessaire et non suffisante ». La critique peut s'étendre, pensons-nous, aux hypothèses concernant la perception et l'action. Ni le langage, ni la perception, ni l'action ne peuvent être considérés sérieusement comme des conditions nécessaires et suffisantes de l'acquisition de l'inclusion. Les arguments donnés par PIAGET et INHELDER eux-mêmes dans l'introduction vont d'ailleurs dans ce sens. Le langage, tout comme la perception et l'action, ne favorise, *au départ*, que des assimilations successives des ressemblances. Le pré-concept, le schème perceptif, le schème sensori-moteur, pèchent tous trois en ce qui concerne l'extension qui, au plus, reste indifférenciée de la compréhension. Ce qui confère au système des schèmes sensori-

moteurs son caractère de « source » des classifications et de l'inclusion, c'est son antériorité dans la mesure où diachroniquement il précède le langage et où la perception ne constitue qu'une de ses différenciations. Or nul ne conteste que les formes les plus primitives de la vie cognitive soient les manipulations des objets perçus par l'enfant.

Les autres arguments avancés n'apportent aucune confirmation supplémentaire bien au contraire. Celui des sourd-muets n'est pas très convaincant dans la mesure où OLÉRON [44] observe un handicap assez prononcé par rapport aux entendants. Les sourds âgés de 15 ans ont beaucoup de mal à classer selon deux ou trois critères alors que 69 % des enfants de 8 ans, observés par PIAGET et INHELDER [66], opèrent trois changements de critère immédiats. Les épreuves d'extension de concepts (et donc de classes), conduites par OLÉRON, GUMUSYAN et MOULINOU [53], montrent chez des enfants sourds âgés de 5 à 7 ans, une marge de généralisation bien plus étroite que chez les entendants; l'intervention la plus spécifique du langage concernerait ici l'usage des mots qui servent à dénommer les concepts. Les observations poursuivies par HATWELL [24] sur de jeunes aveugles, dont le rayon d'action pratique est par la force des choses précocement limité, vont dans ce sens : elles ne montrent pas de retard appréciable dans l'acquisition de l'inclusion. WOHLWILL [101] a observé par ailleurs, chez des enfants normaux âgés de 4 à 5 ans, une acquisition plus aisée des inclusions purement verbales. Les hypothèses et les conclusions de WOHLWILL ont été discutées par JENNINGS [29], WINER [95], BRAINERD et KASZOR [8]. Mais la disparité entre les recherches de ces trois auteurs et celle de WOHLWILL quant au matériel utilisé, aux consignes verbales, à l'exigence ou non de justifications, ne permet pas de conclure fermement à ce sujet : le problème du moins reste posé ⁽¹⁷⁾.

L'argument piagétien de la synchronie du développement des classifications et des sériations, invoqué contre le langage, ne prouve rien : s'il est vrai que ces opérations apparaissent bien après l'acquisition du langage, cela vaut encore davantage pour les conduites sensori-motrices où PIAGET observe des différenciations et des hiérarchies dès l'âge de 8-9 mois. Encore une fois, nul ne conteste le rôle premier dans le temps des actions du sujet selon des circuits courts. Mais l'insertion du langage dans ces activités pratiques semble modifier très tôt les acquisitions initiales et permettre, par l'introduction de

(17) Les résultats des expériences de WOHLWILL et BRAINERD sont discutés plus précisément dans le chapitre I.

circuits longs, l'attente d'un niveau de construction et d'achèvement inaccessible à la seule action pratique [OHLERON, 47-49-51-53].

Le rôle des facteurs de perception pourrait être également plus important que celui concédé par les piagétiens. L'observation faite par PIAGET et SZEMINSKA, PIAGET et INHELDER, du comportement de l'enfant au deuxième stade du développement de l'inclusion, semble révélatrice à cet égard. On a exposé que l'enfant de ce stade a besoin de visualiser soigneusement les classes et même d'en compter parfois les éléments avant de donner une bonne réponse justifiée. Tout se passe comme si à partir de constatations l'enfant induit laborieusement une règle qu'il serait dans la suite capable d'appliquer déductivement aux situations du même niveau de difficulté. Dans la mesure ou dans la perspective piagétienne il n'existe aucune solution de continuité entre les stades, on peut penser sans extrapolation abusive, que l'enfant passe d'une démarche inductive à une démarche déductive. On est étonné que devant ces faits qui impliquent un rôle des indices perceptifs et des constatations, les auteurs n'aient souligné que la démarche déductive terminale. Ce rôle des indices apparaîtrait d'ailleurs dans les décalages horizontaux ou tout est à recommencer pour l'enfant qui, incluant devant les fleurs, repasse par les trois stades d'acquisition devant les animaux, et en particulier par le stade intuitif.

Par ailleurs, aucune observation ne permet de situer clairement le rôle de l'action tant la signification du terme reste « floue ». Le schéma sensori-moteur, l'opération, sont définis, jamais l'action. Le terme semble recouvrir à la fois la manipulation quelconque des objets et des activités plus générales telles que les anticipations et les rétroactions qui, par ailleurs, sont appelées « mécanismes » ou « régulations ».

A partir des deux études « princeps » de PIAGET et SZEMINSKA, PIAGET et INHELDER, rien de précis ne peut donc être retenu concernant le langage, la perception et l'action, en tant que conditions nécessaires et suffisantes du développement de l'inclusion. La raison semble en être, avant tout, l'absence d'une expérimentation spécifique testant des hypothèses précises à cet égard. Les lois invoquées du schéma de l'équilibration paraissent davantage celles des possibilités accessibles au sujet épistémique, que celles des conditions nécessaires et suffisantes selon lesquelles ces possibilités s'actualiseraient fonctionnellement. Il faut noter que l'intervention possible de facteurs d'apprentissage n'est mentionnée qu'une seule fois [66, p. 290] et avec restriction.

Quelles que soient les réserves qui ont été faites, le bilan des études piagésiennes du développement de l'inclusion s'avère largement positif. La source des ambiguïtés que nous avons signalées résiderait, selon OLÉRON [51], dans l'utilisation d'une analyse fonctionnelle au bénéfice d'une perspective épistémologique. Il ne s'agit pas ici de considérer avec un regard de myope l'apport considérable à tous égards de la théorie opératoire. Mais l'intention est d'utiliser celle-ci comme cadre de référence et non comme pierre de touche du développement. Le bien-fondé des modèles formels doit reposer sur le caractère perpétuellement provisoire et ajustable de leur structure. Les écarts entre le sujet concret et le sujet théorique rendent compte de la réalité psychologique et permettent d'affiner des modèles qui sont le signe d'une approximation, à un moment donné de la démarche scientifique. C'est dans cette perspective que nous analyserons les expériences d'apprentissage issues des premiers travaux piagésiens.

II. — L'apport des expériences d'apprentissage

Les études de PIAGET et SZEMINSKA [70], PIAGET et INHELDER [66] ont suscité, chez divers auteurs, les observations du développement spontané de l'inclusion qui ont été citées au paragraphe précédent. La seconde voie qui a été ouverte à partir des interprétations piagésiennes est celle des expériences d'apprentissage. Peu nombreuses, ainsi que l'indique la figure 1, elles présentent l'intérêt d'avoir été conduites en fonction les unes des autres à partir de la recherche de MORF [43] qui leur sert de référence. Nous accordons à celle-ci une attention particulière dans la mesure où, dans notre première expérience, nous nous appuyerons directement sur l'une des procédures mises en œuvre par MORF.

1. *Morf (1959).*

L'expérience de MORF [43] se rattache directement au problème de la relation entre logique et apprentissage, tel qu'il s'est posé au C.E.E.G. de Genève, dès 1957, sous le signe d'une confrontation entre

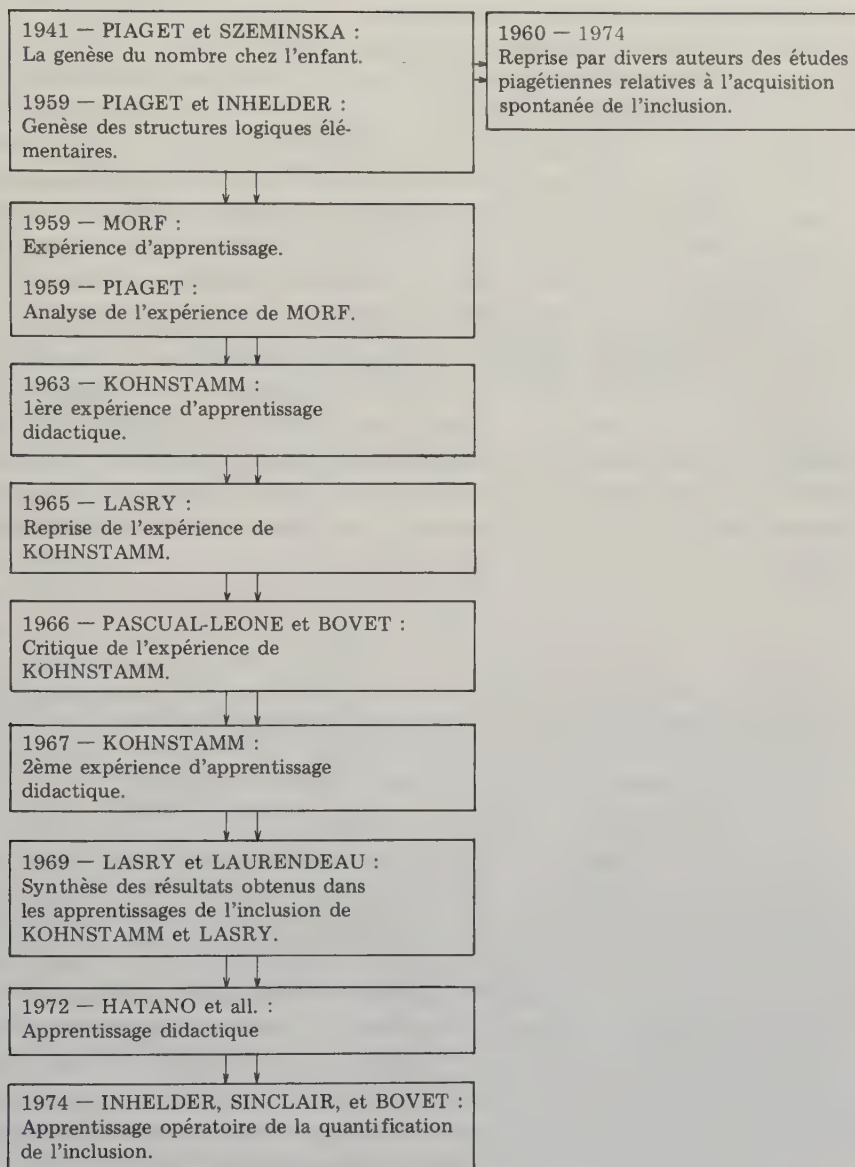


FIGURE 1

Diagramme des études relatives à l'inclusion.

les positions associationnistes et piagétienes à propos de la théorie générale de l'apprentissage élaborée par APOSTEL [2] ⁽¹⁸⁾.

L'hypothèse générale sous-jacente à la recherche prend la forme d'un raisonnement hypothético-déductif. Dans le cas où un apprentissage ferait apparaître des raisonnements d'inclusion chez des sujets du niveau pré-opératoire, le rôle du milieu dans le développement de la notion pourrait être éclairé. Si la réussite est due à un entraînement qui privilégie « la lecture de l'expérience », on devra affecter aux facteurs exogènes un rôle prépondérant. Si l'exercice des activités du sujet se révèle plus efficace, alors « l'apport bien moins exclusif du milieu se trouve essentiellement réduit au rôle de condition matérielle dans laquelle les actions du sujet peuvent se réaliser » (p. 16).

Trois procédures expérimentales sont alors définies. La première doit fournir à l'enfant un maximum de données qui lui permettront de constater la supériorité quantitative constante de la classe emboîtant. Les deux autres constituent un exercice des activités du sujet, l'une de la manipulation libre des objets, l'autre des opérations d'emboîtements et de double appartenance qui sont censées conduire à l'inclusion.

a) *Première étude : la « lecture de l'expérience ».*

Elle est conçue pour tester une hypothèse de type empiriste « selon laquelle une structure logique comme celle de l'inclusion ... pourrait être formée à partir des constatations de faits » (p. 77).

La recherche porte sur une population de 135 enfants âgés de 4 à 7 ans. Le matériel est constitué par six collections d'objets usuels (gobelets, perles, petites autos...). Toutes les collections comportent deux classes A et A' dont l'une est quantitativement plus importante que l'autre. Dans une épreuve préalable sont éliminés 30 % des sujets qui se révèlent incapables de répondre à des questions simples du type : « Donne-moi les gobelets ... les verts et non les jaunes ... les verts et les jaunes, etc. ». Sont ensuite éliminés les enfants qui répondent à la question-clé de quantification : « Plus de B ou plus de A ? », posée devant les six collections présentées successivement. Leur nombre est

(18) Cette confrontation a suscité également des expériences d'apprentissage des conservations [80, 81, 82, 83, 97] et de structures logico-géométriques [20] qui à leur tour ont suscité des critiques et des reprises très nombreuses, en particulier en ce qui concerne les conservations.

important. Il représente 28 % des enfants de 4 ans et 41 % de ceux de 5 ans. Seuls les sujets non-incluants et incluants partiels sont soumis à l'apprentissage.

L'apprentissage consiste à poser la question-clé de quantification devant chacune des collections, et à proposer chaque fois à l'enfant une vérification de son jugement. Les vérifications varient avec la nature du matériel. Si l'enfant répond, par exemple, qu'il y a plus de gobelets jaunes que de gobelets (6 jaunes et 3 verts), on peut lui faire verser dans deux récipients égaux le contenu des gobelets jaunes (A) puis le contenu des gobelets (B). On peut encore, quand il s'agit des autos ou des perles alignées et classées, faire mesurer l'extension des classes à comparer, soit avec les mains écartées placées à l'extrémité des rangées, soit à l'aide de deux traits de craie tirés l'un sous les B, l'autre sous les A. Ce sont là deux exemples des situations variées de vérification.

La constatation opérée, la question-clé d'inclusion est de nouveau posée à l'enfant en guise de post-test. Sur les 58 sujets expérimentaux, aucun ne donne une réponse correcte d'inclusion. Les seuls progrès observés concernent les constatations relatives aux supports matériels des classes. L'enfant qui répond « que l'eau de tous les gobelets ça fait plus que celle des gobelets jaunes » affirme par ailleurs « qu'il y a plus de gobelets jaunes que de gobelets parce qu'il y a seulement trois gobelets verts ». L'apprentissage se limite donc au domaine des mesures. Selon MORF, il s'arrête « à la frontière de la constatation et de la déduction ».

b) *Deuxième étude : l'exercice des manipulations libres.*

Cette deuxième étude se propose de tester l'hypothèse qui situe l'origine des structures logiques dans la coordination des actions.

Le matériel est le même que précédemment. Les sujets expérimentaux sont au nombre de 43, après élimination de sept enfants aux épreuves préalables et de cinq enfants incluants devant les six collections. Ils sont âgés de 4;4 à 6;11. Le principe de l'apprentissage est le suivant : après avoir posé la question-clé devant une collection, on laisse à l'enfant la liberté de manipuler librement les objets et de produire à sa guise d'éventuelles coordinations d'actions. A l'issue des manipulations, dont on ne connaît pas la durée, deux enfants sur les 43 sujets expérimentaux répondent correctement aux six questions d'inclusion.

L'un des deux était déjà incluant partiel aux questions du pré-test. Les conclusions de MORF sont prudentes. Il semble que certains sujets liminaires puissent trouver dans l'activité spontanée un terrain favorable à l'achèvement de leurs schèmes opératoires. Toutefois, la pauvreté des résultats indiquerait l'inefficacité de la procédure « à provoquer des coordinations d'actions ». En manipulant le matériel, le sujet s'intéresserait davantage aux résultats de ses actions qu'à ses actions elles-mêmes.

c) *Troisième étude : l'exercice opératoire des emboîtements et de la classification multiple.*

Quinze sujets non-incluants et incluants partiels sont retenus pour l'exercice des emboîtements. Le matériel utilisé jusque-là est augmenté. A toutes les collections de forme $A + A' = B$ on ajoute une classe B' . Ainsi, à la collection des gobelets jaunes (A) et verts (A'), on ajoute des tasses (B') en faisant caractériser l'ensemble des objets comme « des choses pour boire » (classe C). On matérialise ensuite l'emboîtement logique par des ficelles dont l'une entoure C : « les choses pour boire », l'autre B : « les gobelets », etc. Lorsque les emboîtements sont construits par les enfants, on pose la question-test d'inclusion. Aucun des 15 sujets expérimentaux n'a donné une réponse correcte à la comparaison de B et de A dans aucune des six collections ainsi emboîtées.

L'exercice des opérations d'emboîtements n'apporte rien de plus que celui des constatations de la supériorité quantitative de la classe emboîtaute.

L'exercice des opérations multiplicatives est conduit sur un échantillon de 30 enfants dont 15 sont incluants partiels. Le matériel nouveau est constitué par un ensemble d'objets hétéroclites : brosse, crayons, mouchoirs, fleurs, souliers, etc. L'enfant est entraîné d'abord à la double appartenance d'un objet, puis à la double appartenance d'une classe d'objets. Tout d'abord, on fait juger d'un objet isolé quant à son appartenance à plusieurs classes possibles (couleur, taille, objets « pour grande personne », etc.). Puis on fait imaginer l'inclusion d'une classe : les images, la vaisselle, par exemple, dans d'autres classes. Ainsi les images sont à la fois des jouets et du papier, la vaisselle : des objets de ménage et des objets fragiles, etc. Après l'apprentissage, on revient aux épreuves de quantification d'inclusion. Sept sujets sur les 30 qui constituent le groupe ont donné les réponses correctes d'inclu-

sion. Parmi ces sept sujets, cinq pouvaient être considérés comme incluant partiels au pré-test.

Selon MORF, l'apprentissage multiplicatif a écarté les derniers obstacles qui empêchaient des sujets dont le système opératoire était en ébauche d'atteindre la relation d'inclusion. La formation de l'inclusion n'est possible qu'à partir de schèmes pré-opérateurs antérieurs dont le maniement actif constitue « le mécanisme même » de cette formation.

PIAGET [63, b], commentant l'étude de MORF, y trouve la confirmation de l'existence de deux champs d'expérience, l'un physique, l'autre logico-mathématique, dont le second seul est responsable du développement logique. L'expérience physique des constatations dans la première situation de MORF ne conduit qu'aux seules améliorations des intuitions figuratives gouvernées par la perception. C'est l'exercice logico-mathématique d'opérations plus simples que l'inclusion qui assure le développement de la notion; de plus, cet exercice structure après coup les intuitions éventuellement améliorées par des renforcements externes. L'action « logico-mathématique » du sujet est seule responsable. Elle serait à distinguer de l'action « physique » (remplir les verres, tirer des traits) qui est en jeu dans les constats, manipulation facile dont GRÉCO [21] dit, à propos de l'organisation des représentations spatiales, qu'elle n'ajoute rien à l'engramme perceptuel de la situation.

Il semble bien cependant que l'expérience de MORF soit impuissante à étayer ces hypothèses. LAURENDEAU et PINARD [37] estiment peu convaincante la réfutation de la « lecture de l'expérience » au nom de l'absence observée de résultats. Les constats mis en œuvre par MORF sont limités dans la mesure où ils ne s'appliquent qu'à des configurations de type $B = A + A'$, $A > A'$, avec des questions constamment posées dans le sens : « ... plus de B ou plus de A ? ». Pour notre part, nous pensons que la procédure mise en œuvre, outre son caractère étroit, renforce chez l'enfant la prégnance perceptive de la plus grande des sous-classes et accentue sa propension à comparer ces sous-classes entre elles. Nous reviendrons sur ce point au chapitre II qui expose une reprise aménagée de la situation de constats.

Par ailleurs, on ne sait à quel facteur attribuer les effets d'apprentissage observés dans la situation multiplicative : le matériel utilisé est différent et les sujets pour la plupart incluant partiels dès le pré-test. Le caractère « opératoire » des entraînements de la seconde et

la troisième situation apparaît en outre très ambigu. Définis à priori comme tels par référence au modèle piagétien, ces exercices s'avèrent ne plus être « opératoires » en l'absence de résultats : ainsi la classification spontanée et les emboîtements. Si les procédures sont en cause et non les hypothèses, la faiblesse de la mise en œuvre méthodologique peut être également imputée dans la situation de constats.

2. *Les apprentissages didactiques de KOHNSTAMM (1963-1967), LASRY (1966), HATANO et al. (1972).*

KOHNSTAMM se situe d'emblée dans une perspective de critique à l'égard de la théorie opératoire. Trois points lui paraissent particulièrement vulnérables dans les positions de MORF et de PIAGET :

- aucune des situations de MORF ne permet de considérer comme épuisées les possibilités d'un apprentissage de l'inclusion;
- l'inclusion peut être difficilement considérée comme le critère d'une structure de groupement à partir du moment où elle est atteinte spontanément par 41 % des enfants de 5 ans;
- le rôle de l'action est surestimé par rapport à celui du langage.

La première expérience de KOHNSTAMM [32-33] se donne comme objectif principal l'entraînement d'enfants de 5 ans à la quantification de l'inclusion, au moyen d'explications données par l'adulte. L'étude comparée des inclusions de classes d'animaux et de classes d'objets concrets sera l'objectif secondaire : elle vise à mieux situer les rôles de l'action et du langage.

Trois groupes de 20 sujets âgés de 5 ans sont constitués (G. I, G. II, G. III). Ils diffèrent par le matériel proposé : matériel purement verbal pour G. I, images pour G. II, blocs-logiques (carrés et rectangles bleus et rouges) pour G. III. Les questions d'inclusion des items verbaux et des items d'images de G. I et G. II portent sur des classes d'animaux, de fleurs et d'objets concrets.

La procédure générale très simple est identique dans les trois groupes. La question classique d'inclusion est posée à l'enfant. Quelle que soit sa réponse, l'expérimentateur lui explique la relation logique en corrigeant la réponse si cela est nécessaire. Par exemple, un enfant a répondu : « Il y a plus de vaches que d'animaux »; voici l'explication donnée, rapportée par KOHNSTAMM : « Votre réponse n'est pas exacte... Vous devez dire qu'il y a plus d'animaux, parce que les vaches sont

aussi des animaux. Les vaches, les chevaux, les moutons, les chiens et les chats sont tous des animaux, et c'est pourquoi il y a toujours plus d'animaux » (ouvrage cité, p. 16). Le score n'est enregistré que pour la réponse qui précède l'explication. La justification de réponses correctes n'est pas demandée. Elle est jugée inutile dans la mesure où elle est expliquée par l'adulte. Dix-huit à 25 questions sont ainsi posées dans chacun des groupes.

Les résultats sont très importants. Dans le groupe I, aucun des sujets ne répond correctement aux quatre premières des 25 questions. A partir de la cinquième question, six sujets montrent des réussites totales et sept des réussites partielles. Dans le groupe II, les dix derniers items sont réussis par huit sujets qui, de plus, répondent correctement à 14 questions d'un test purement verbal. Cinq réussites partielles sont en outre observées. Dans le groupe III, après apprentissage sur les blocs logiques⁽¹⁹⁾, seize sujets sur vingt réussissent correctement les cinq items d'images qui servent de test. Trois semaines après, dix de ces sujets choisis au hasard réussissent, à une exception près, une série de cinq nouveaux items d'images, et également une série d'items purement verbalisés.

Ces résultats, qui dépassent ceux de MORF en nombre et en qualité (transfert à des matériels différents), mettent en cause, selon KOHNSTAMM, la théorie de l'équilibration. Ils prouveraient un rôle important du milieu, transmis par le langage. De plus, l'examen des réponses des enfants ne montre aucune difficulté particulière quant à l'inclusion des classes d'animaux pour lesquelles on observe 60 % des réponses correctes contre 58 % à propos des fleurs. Selon KOHNSTAMM, la familiarité provoquée par l'action sur l'objet est à un certain point indépendante de la familiarité de la dénomination de l'objet. Cette dernière jouerait un rôle plus important dans l'inclusion. La question : « Plus de fruits ou plus de pommes ? » paraît insurmontable à des enfants qui ont répondu correctement à 20 questions semblables. Par contre, aucun enfant n'hésite devant la question : « Plus d'autos ou plus de Volkswagen ? », pas plus d'ailleurs qu'on ne rencontre de difficultés devant : « Plus d'animaux ou plus de lions ? ». Cela impliquerait un rôle très précoce du langage porteur de signification, rôle au moins aussi important que celui de l'action pratique.

Les résultats et les interprétations de KOHNSTAMM ont suscité de

(19) Dix-huit questions sont posées sur les blocs logiques au cours de l'apprentissage.

très vives critiques de la part de PASCUAL-LEONE et BOVET [55] au nom de la théorie opératoire. D'après ces auteurs, l'inclusion apprise par les enfants de KOHNSTAMM correspondrait à un processus empirique banal et isolé. Parmi les nombreux arguments donnés, nous retenons les plus significatifs :

- l'absence de justifications rend impossible le contrôle du caractère déductif des réponses données par l'enfant.
- l'absence de contre-suggestions de la part de l'expérimentateur enlève toute garantie quant à la stabilité d'un raisonnement déductif éventuel.
- la lacune en ce qui concerne le transfert de l'apprentissage à des opérations constitutives de l'inclusion (réglage des « tous », etc.) tout autant qu'à des acquisitions synchrones (conservation, sériation, etc.) interdit d'assimiler à une « opération » la réponse correcte observée.

En bref, les enfants de KOHNSTAMM ont appris « un schème isolé », un « learning set » qui, de très loin, n'a rien à voir avec la structure d'inclusion définie par PIAGET et INHELDER.

PASCUAL-LEONE et BOVET ne semblent pas avoir connaissance de l'expérience conduite par LASRY [35].

LASRY, se situant dans une perspective piagétienne, reprend l'expérience de KOHNSTAMM dans un but de vérification et de contrôle. L'expérience ajoute au schème expérimental de KOHNSTAMM l'utilisation d'un groupe contrôle d'incluants spontanés âgés de 7;2 à 9;2 ($m = 8;1$). Elle y ajoute aussi certaines modifications qui touchent à la rigueur des critères d'évaluation : exigence de justifications, utilisation de la contre-suggestion, utilisation d'items de contrôle à configuration perceptive différente de ceux de l'apprentissage ($A = A'$ dans $B = A + A'$). Les sujets expérimentaux sont âgés de 5;0 à 6;1 ($m = 5;8$).

Le schéma expérimental comporte un pré-test, deux séances d'apprentissage données à une semaine d'intervalle, deux séances de contrôle (post-tests) dont l'une se situe trois semaines après la première. Le pré-test comporte une épreuve de quantification de l'inclusion (perles), des problèmes qui impliquent le réglage verbal des « tous », des épreuves de transitivité et de conservation de la quantité. Les deux séances d'apprentissage s'effectuent sur un matériel de blocs Lego et d'images. Le premier post-test est identique au pré-test; le second comporte des items d'images et des items purement verbaux.

Les résultats sont sensiblement du même ordre que ceux de KOHNSTAMM. Sur les 22 sujets entraînés, 10 deviennent incluants au premier post-test; 11 sujets, de plus, passent du stade de non-inclusion au stade dit « intuitif » (réponses correctes après visualisation des classes, etc.). Par contre, aucun transfert ne s'effectue sur les problèmes de conservation et de transitivité. Dans la mesure où cette généralisation n'est pas clairement présente chez les incluants naturels âgés de 8 ans (18 % d'entre eux atteignent la transitivité et 69 % la conservation des quantités), LASRY pense qu'il est déraisonnable de l'exiger d'incluants provoqués âgés de 5 ans.

Le second post-test donné à long terme (5 semaines), en l'absence de tout renforcement, montre une augmentation des performances dans les items d'images et les items verbaux. Les incluants naturels n'ont pas de meilleurs résultats que les autres.

LASRY conclut qu'un apprentissage empirico-didactique a, pour le moins, fait passer 10 sujets sur 22 d'une incompréhension totale de la relation d'inclusion à une solution opérationnelle du problème. Il ne peut dire jusqu'à quel point cette acquisition est « opératoire », mais il affirme qu'elle n'est ni « empirique » ni « intuitive ».

Encouragé par les conclusions de LASRY, KOHNSTAMM [33] répète sa première expérience sur un échantillon d'enfants âgés de 5 à 8 ans, en renforçant ses critères d'évaluation. Il utilise notamment la contre-suggestion et des items de contrôle où l'enfant doit construire la configuration perceptive d'inclusion. En outre, par rapport à son expérience précédente [32-33], KOHNSTAMM introduit deux variables nouvelles : l'âge et le milieu socio-culturel. Parmi les résultats observés, nous citons ceux qui sont nouveaux par rapport aux expériences précédentes :

— Le succès de l'entraînement didactique croît avec l'âge; il atteint 64 % des enfants de 5 ans et 95 % des enfants de 8 ans.

— Le niveau socio-culturel paraît jouer un rôle important dans l'acquisition plus ou moins précoce de l'inclusion : on observe, chez les enfants de 8 ans, 64 % d'incluants spontanés dans un milieu aisé contre 12 % dans un milieu défavorisé; par contre l'apprentissage, dans l'un et l'autre cas, s'avère aussi facile. La différence constatée au sujet des acquisitions naturelles serait liée à l'usage du langage.

Les conclusions des expériences de KOHNSTAMM [32, 33] mettent en doute le rôle privilégié de l'action dans le développement de l'inclusion : la familiarité avec les dénominations paraît au moins aussi

importante. Elles mettent également en doute la nécessité d'une structure de groupement dans la mesure où l'acquisition peut s'effectuer dès l'âge de 5 ans, que ce soit spontanément chez 41 % des sujets de MORF, que ce soit à l'aide d'apprentissages.

En 1969, LASRY et LAURENDEAU [36] exposent un résumé de l'expérience de LASRY [35]. Ils comparent les effets d'apprentissage évalués à l'aide de critères piagétien à ceux observés par KOHNSTAMM. La comparaison permet d'écarter certains doutes laissés par les résultats de KOHNSTAMM. Outre l'exigence de justifications et l'utilisation de contre-suggestions, outre l'existence d'un transfert des réponses correctes d'un matériel à un autre, un indice paraît particulièrement favorable à l'hypothèse du caractère « opératoire » de la notion acquise: il est constitué par la stabilité voire l'amélioration des acquisitions un mois après le post-test qui a suivi la dernière séance d'entraînement. Il semblerait qu'il puisse y avoir « intégration de la notion empiriquement acquise aux schèmes intellectuels du sujet [36, p. 152]. Les critères requis par PASCUAL-LEONE et BOVET [55, 56] peuvent être considérés comme plus théoriques qu'expérimentaux. Selon LASRY et LAURENDEAU, « il reste encore à prouver que, en plus de dériver d'un modèle théorique cohérent, ils traduisent vraiment une réalité génétique. Ainsi la généralisation des progrès à des opérations synchrones mais différentes de celles qui sont apprises devrait, en principe, être un excellent critère d'opérativité. Ce critère demeurera pourtant inutilisable aussi longtemps que l'on n'aura pas vérifié s'il existe vraiment un synchronisme dans l'apparition des diverses notions et opérations » [36, p. 152].

La généralisation des effets d'apprentissage à des opérations synchrones ne semble pas davantage constituer un critère recevable pour les psychologues japonais HATANO, GIYOO, KUHARA et KEIKO [23] qui ont repris en 1972, en lui donnant plus d'extension, la méthode didactique de KOHNSTAMM. Treize enfants de 5 ans sont interrogés, devant des situations d'inclusion, sur l'extension numérique comparée de la classe et de la sous-classe; ils sont également interrogés à propos des classes « vides » possibles: « Y a-t-il des b qui ne sont pas des a ? ... des a qui ne sont pas des b ? » ($A + A' = B$). Les réponses fausses sont corrigées; des explications sont données; les bonnes réponses sont renforcées. Sur les 13 enfants entraînés, huit sujets acquièrent non seulement des réponses correctes d'inclusion sur les configurations variées mais également tout un ensemble de relations inclusives logiques. Les conclusions des auteurs confirment celles de KOHNSTAMM.

3. *L'expérience d'apprentissage d'INHELDER, SINCLAIR et BOVET (1974).*

L'expérience d'apprentissage de l'inclusion est présentée à la suite d'expériences d'apprentissages des conservations dans l'ouvrage intitulé : « Apprentissage et structures de la connaissance » [28] ⁽²⁰⁾. INHELDER, SINCLAIR et BOVET s'appuient sur une hypothèse générale qui sous-tend l'ensemble des recherches présentées, à savoir que « sous certaines conditions une accélération du développement cognitif serait possible » [28, p. 44]. Ces conditions seraient au nombre de trois :

- a) l'interaction entre le sujet et le monde qui l'entoure;
- b) l'intégration dans toute nouvelle structure des schèmes antérieurs du sujet;
- c) le respect des étapes nécessaires liées à la structuration du système d'ensemble.

L'épreuve d'inclusion des fleurs artificielles (huit marguerites jaunes et deux roses rouges) utilisée par PIAGET et INHELDER [66, 67], dans les études de l'inclusion spontanée sert de pré-test (cf. ci-dessus I, 2, Ac).

L'apprentissage suit immédiatement l'administration du pré-test. Il s'effectue à partir de collections de fruits : pommes (désignées par P dans l'exposé de la procédure), pêches (désignées par E) et fruits divers (désignés par 0); deux poupées, fille et garçon, servent de support à la présentation. Chaque séance d'entraînement comporte deux phases : l'une où l'enfant manipule les objets, l'autre purement verbale où il répond à des questions.

Au cours de la première phase l'enfant compose pour l'une des poupées des collections de fruits selon les consignes de l'expérimentateur et à partir des modèles que celui-ci compose pour l'autre poupée. Quatre modèles sont proposés successivement : PPEEEE, PPOOOO, PPPPOO. Pour les deux premiers modèles, la consigne est la suivante : « Donne plus de pommes, mais autant de fruits »; pour les deux derniers : « Donne moins de pommes mais autant de fruits ». Dans un but de facilitation certaines variations sont introduites. Ainsi on peut demander à l'enfant : « Donne-moi *seulement* des pommes mais autant de fruits ». On remarque que l'enfant apprend à faire varier l'extension

(20) Cet ouvrage a été publié après l'achèvement de nos travaux expérimentaux.

relative des sous-classes au sein d'une extension constante de la classe emboîtante.

Au cours de la seconde phase d'apprentissage l'enfant doit répondre à trois séries de questions posées à propos de modèles composés par l'adulte. Nous donnons un exemple de chacune des séries :

a) devant deux collections différentes PPPEE et PPEEE : « Quelqu'un a-t-il plus de pommes ? ... plus de fruits ? ... plus de pêches ? ... plus de fruits ? »

b) devant deux collections semblables PPPEE et PPPPEE placées devant chacune des poupées : « Le garçon mange toutes ses pommes et la fille mange tous ses fruits; qui mange le plus ? ».

c) devant une seule collection PPPPEE : « Dans le panier de la poupée, y a-t-il plus de pommes ou plus de fruits ? ».

Chaque réponse incorrecte au cours de l'apprentissage donne d'abord lieu à une question de l'expérimentateur : « Tu es sûr ? », puis l'attention de l'enfant est attirée sur son erreur : « Je ne crois pas que les poupées soient contentes, elles veulent avoir la même chose beaucoup de fruits, ça ne va pas, etc... ».

Le post-test est de loin plus important que le pré-test. Outre l'item de fleurs du pré-test, il comprend un item de double inclusion des classes d'animaux⁽²¹⁾ et un item (soit fruits, soit fleurs, soit animaux) où la configuration perceptive est de forme : $A = A' \text{ (} B = A + A' \text{)}$. Deux items sont encore ajoutés; dans l'un on demande : « combien de plus ? » à l'enfant qui répond correctement qu'il y a plus de B que de A; dans l'autre on pose la question d'inclusion devant une seule classe de pommes : « ... plus de pommes ou plus de fruits ? », la réponse correcte étant ici : « autant de fruits que de pommes ».

Dans une expérience préliminaire, 12 sujets âgés de 6;0 à 7;9 ont été soumis à deux séances d'apprentissage. Au post-test qui suit l'entraînement, deux sujets donnent des réponses correctes à tous les items; trois répondent correctement à toutes les questions sauf à celle qui porte sur la situation $A = B$ (plus de pommes ou plus de fruits dans le cas où il n'y a que des pommes). Il faut noter que parmi ces cinq sujets, trois d'entre eux avaient donné au pré-test des réponses correctes d'inclusion après correction des erreurs initiales. Un second post-test identique donné trois à cinq semaines après le premier ne révèle aucun changement dans les acquisitions.

(21) Il s'agit ici d'animaux bien connus : chiens, vaches, cochons et non plus d'insectes et d'« animaux qui volent » comme dans l'épreuve antérieure de PIAGET et INHELDER [66].

Dans une seconde expérience, dix-neuf enfants âgés de 5;6 à 6;8 sont soumis à six séances du même apprentissage. Sept sujets réussissent tous les items du post-test (trois d'entre eux s'étaient révélés partiellement incluant au pré-test). Cinq sujets ont des réussites presque complètes et trois sujets des améliorations. Au second post-test, identique, donné un mois après le premier, on observe, comme dans l'apprentissage didactique de LASRY [35, 36], une stabilité des réussites complètes et une amélioration des réussites partielles. On observe également un certain transfert à des acquisitions de conservation.

Des remarques d'ordre méthodologique peuvent être faites à propos de cette recherche. En premier lieu, l'absence de groupe contrôle⁽²²⁾ ne permet pas d'affirmer, dans la seconde expérience, que les acquisitions d'apprentissage observées au bout de six semaines après le pré-test (1^{er} post-test) puis de neuf semaines (2^e post-test) relèvent du seul entraînement mis en œuvre. En second lieu l'existence d'une différence entre les épreuves du pré-test et celles du post-test pose un problème : il est requis beaucoup plus de l'incluant « provoqué » que de l'incluant spontané. Rien ne prouve que les incluant éliminés au pré-test aient été capables des performances exigées, au post-test, des enfants qui ont été soumis à l'apprentissage. En particulier, rien ne prouve que l'échec à la question : « ... plus de pommes ou plus de fruits ? », dans le cas où les seules pommes sont présentées, teste réellement un défaut de généralisation des acquisitions. La difficulté de la réponse correcte peut s'expliquer par un artefact expérimental : les enfants qui ont été entraînés à répondre : « ... plus de B que de A », et c'est le cas dans tous les apprentissages où la question d'inclusion est posée, continuent de donner une réponse de même type, même lorsque celle-ci ne s'applique plus à la situation⁽²³⁾.

La comparaison de cette expérience avec celle de LASRY met en lumière deux points importants :

1. Les résultats observés dans l'une et l'autre expérience semblent être du même ordre quantitatif et qualitatif. Les items du post-test de

(22) Qu'il s'agisse de l'une et l'autre expérience, la présence d'un groupe contrôle n'est pas mentionnée explicitement. L'utilisation de sujets témoins est brièvement signalée à propos de l'épreuve de conservation [28, p. 255]; aucune précision n'est donnée quant au nombre et au niveau de ces sujets.

(23) Le fait a été analysé finement par LASRY [35], par KOHNSTAMM [33], LASRY et LAURENDEAU [36], à propos de questions du même ordre. La répétition de la question d'inclusion entraîne même chez les incluant naturels une propension à donner une réponse de pseudo-inclusion dans une situation de non-inclusion. Cette propension qui suit l'apprentissage disparaît ensuite, au bout de quelques semaines.

LASRY sont plus variés et plus nombreux que ceux d'INHELDER, SINCLAIR et BOVET. Seul le transfert à des épreuves de conservation n'a pas été observé par LASRY. Il faut noter que l'entraînement de LASRY est beaucoup plus bref que celui d'INHELDER *et al.* : deux séances dans le premier cas, contre six dans le second.

2. Si l'action pratique sur les objets est utilisée dans le seul apprentissage d'INHELDER *et al.*, le langage de l'adulte intervient largement dans les deux expériences. Dans l'entraînement de LASRY, il s'agit de l'explication de l'inclusion; dans celui d'INHELDER, SINCLAIR et BOVET, les « ordres » de l'adulte orientent l'attention de l'enfant vers les données pertinentes du problème. A ce propos, il paraît intéressant de remarquer qu'après un apprentissage d'exécutions et de répétitions d'ordres (donne plus de ... moins de ...; moins de ... mais plus de ...; donne autant), SINCLAIR de ZWART [78] n'avait observé aucun effet en faveur de la conservation des liquides. Or ce même apprentissage entraîne des acquisitions d'inclusion. On se demande alors pourquoi le rôle du langage, qui avait été récusé dans l'expérience de SINCLAIR, ne serait pas invoqué ici.

Ces remarques faites, on peut considérer cet entraînement à l'inclusion comme étant très complet et efficace. Mais le rôle du milieu ne se borne pas ici à ce que les auteurs appellent « la rencontre avec les observables ». C'est l'adulte qui structure verbalement et perceptivement l'activité de l'enfant en vue d'une acquisition précise.

4. Bilan des expériences d'apprentissage et analyse d'apports complémentaires.

Des indications positives ont été apportées par l'ensemble de ces expériences quant à la possibilité d'un apprentissage expérimental de l'inclusion. Deux procédures ont entraîné des résultats : le constat d'une supériorité quantitative de la classe emboîtant dans un cadre didactique et l'exercice des classifications.

L'absence d'effets d'apprentissage dans la première étude de MORF, dite « lecture de l'expérience », ne peut être acceptée comme une preuve suffisante de la non-pertinence de l'entraînement. On a exposé plus haut que cette absence de résultats était davantage imputable au caractère invariant et contraignant des situations d'inclusion présentées qu'à la procédure de constat en elle-même. Il nous faut à ce sujet

lever une ambiguïté. Le constat ne constitue pas une lecture de donné brut. La « lecture » de l'expérience ainsi conçue est à ranger avec le schéma S-R strict au musée des outillages conceptuels anachroniques. Toute constatation est une activité du sujet à partir d'organisations cognitives préalables qu'il utilise et différencie. Le constat intervient dans tous les apprentissages, y compris dans celui d'INHELDER, SINCLAIR et BOVER.

Mais l'exercice et la différenciation des schèmes prélogiques ne semblent pouvoir s'effectuer que lors de rencontres avec des situations variées et complexes. Une étude de GRÉCO [20] concernant l'apprentissage de l'ordre linéaire par des rotations de 180° tendrait à la montrer. Il s'agit ici d'une structure logico-géométrique qui est atteinte vers l'âge de 7 ans. Trois éléments : A, B, C, sont alignés sur un support. Après avoir fait constater par l'enfant l'ordre des éléments, le support est dissimulé dans un tube horizontal auquel on peut imprimer soit une, soit deux rotations. L'enfant doit prévoir l'ordre A, B, C ou C, B, A des éléments; après quoi on enlève le tube pour qu'il constate la véracité de ses prédictions. Deux méthodes sont appliquées à des enfants âgés de 4;6 à 6 ans. Dans l'une, l'apprentissage est graduel : une suite d'items à une rotation, puis à deux rotations précède une suite irrégulière d'items mixtes. Dans l'autre, l'apprentissage est global : une séquence complexe d'items mixtes est intercalée entre une séquence d'items à deux rotations. L'apprentissage est plus long dans la seconde procédure, mais au post-test, seuls les sujets de ce groupe présentent des réussites. Dans les deux méthodes, un constat est provoqué, puisqu'après chaque item de rotation l'enfant vérifie ses prévisions. Par hypothèse, les niveaux prélogiques des enfants des deux groupes sont comparables, sans quoi l'expérience n'aurait pas de sens. Le seul facteur de variation est donc constitué par la différence entre les situations présentées. Dans le premier groupe, la rencontre de situations rigides, invariantes, conduit à l'apprentissage d'une loi empirique non généralisable au post-test. Dans le second groupe, la rencontre avec des situations variées et complexes conduit à un apprentissage « structural » durable.

La procédure de constat de MORF correspondrait, toute proportion gardée, à la première méthode de l'expérience de GRÉCO, à la différence près qu'elle serait encore moins efficace. On peut penser qu'un aménagement des constats de la supériorité quantitative de la classe emboîtante, par la présentation de configurations d'inclusion variées et complexes, puisse conduire, sans renforcement verbal ou explication

de l'adulte, à des effets d'apprentissage. Cet aménagement correspondrait à la deuxième méthode de l'expérience analysée ci-dessus.

Le bilan des expériences d'apprentissage de l'inclusion s'avère donc positif sur un point. Il existe des possibilités d'apprentissage expérimental de la notion, et de ces possibilités on peut inférer un certain rôle des facteurs d'apprentissage dans son développement. La différence de nature des procédures qui entraînent des résultats, constats et exercices des acquisitions de classifications, tendrait à montrer que plusieurs processus entrent en jeu. On peut se demander si leur intervention est du même ordre, quel que soit l'âge des enfants. Aucune des analyses effectuées dans le paragraphe précédent ne peut donner de réponse à ce sujet. La variable âge n'a pas été considérée dans les apprentissages de l'inclusion non plus que dans l'expérience de GRÉCO.

L'apport des expériences d'apprentissage en ce qui concerne le rôle des facteurs de langage, de perception et d'action est très indirect.

L'intervention importante du langage dans les apprentissages de KOHNSTAMM, LASRY, INHELDER *et al.*, ne peut être analysée avec précision. Elle y est trop complexe et inséparable de celle de l'activité perceptive. Le rôle du langage ne pourrait être inféré qu'à partir de situations perceptives semblables où l'on ferait varier, à âge égal, son intervention. KOHNSTAMM constate cependant que l'acquisition de l'inclusion est facilitée lorsque la dénomination de la classe emboîtante est familière à l'enfant [32]. Cette remarque va dans le sens des observations faites à propos de l'étroitesse de la marge de généralisation des enfants sourds [53]. On conçoit que l'explication de l'inclusion qui n'est pas autre chose que celle de la généralisation du concept puisse jouer un rôle important.

Le rôle de la perception n'est pas mieux déterminé que celui du langage. Tout ce que l'on peut dire, c'est qu'en l'absence de manipulation, l'explication de la relation d'inclusion à partir des indices perceptifs des classes donne des résultats chez des enfants de 5 ans (KOHNSTAMM, LASRY et HATANO *et al.*). L'expérience de GRÉCO que nous avons résumée démontrerait que, dans l'acquisition d'une notion logique, la complexité des indices perceptifs d'une situation jouerait un rôle important par rapport à une situation plus pauvre. Cette constatation va dans le sens des observations poursuivies par HATWELL sur les jeunes aveugles que nous avons citées dans la première partie de cette introduction. HATWELL pose en termes nouveaux « le vieux problème du conflit entre les aspects perçus et le raisonnement » [24,

p. 204]. Si un conflit existe, ce n'est pas la restriction des données perceptives qui en faciliterait la solution (cf. la première étude de MORF) mais au contraire la multiplication de ces données (cf. la deuxième méthode de GRÉCO).

Peu d'informations sont recueillies à propos de la manipulation. Celle des objets dans un contexte de classement spontané donne des résultats quasi-nuls (seconde étude de MORF). Par contre, la même manipulation dans un contexte de classifications dirigées par l'adulte conduit à des effets d'apprentissage (troisième étude de MORF, expérience d'INHELDER, SINCLAIR et BOVET). On peut se demander quel serait le rôle de la manipulation dans une situation de constat où l'enfant « mesurerait » l'extension des classes et sous-classes.

En bref, les expériences d'apprentissage analysées sont peu révélatrices quant au rôle spécifique des facteurs de perception, de langage et d'action. Les seules précisions relatives ont été apportées par un apprentissage d'une structure logique concrète autre que l'inclusion et par les observations recueillies auprès des enfants sourds et des enfants aveugles. Elles ont trait au rôle des indices perceptifs dont on peut penser que leur multiplicité et leur variation peuvent favoriser l'acquisition d'une notion; elles ont trait également au rôle dénotatif du langage dans l'acquisition des concepts et, partant, de l'inclusion.

III. — Objectif de la recherche présentée

L'analyse de l'ensemble des travaux consacrés à l'inclusion apporte des éléments de réponse aux questions posées dès le début de l'introduction. Les indications sont assez précises quant à la possibilité d'un apprentissage expérimental de l'inclusion et quant à l'estimation des critères d'acquisition. Elles le sont beaucoup moins en ce qui concerne les facteurs de perception, de langage et d'action : rien de ferme ne peut être retenu concernant leur apport respectif. Rien n'apparaît non plus concernant l'incidence de l'âge sur l'efficacité des procédures d'apprentissage et sur l'intervention des trois facteurs cités.

C'est dans l'exploration de ce domaine que se situe la recherche présentée. On se propose d'étudier le rôle, dans l'acquisition de l'inclusion, des indices perceptifs des classes, de la verbalisation de ces indices

et de la manipulation des objets. L'intention est de montrer que l'intervention de ces trois facteurs peut être différente selon l'âge et selon les processus cognitifs induits par les situations d'apprentissage.

Trois situations d'apprentissage sont retenues :

— le constat, sans renforcement verbal, de la supériorité quantitative constante de la classe emboîtante, à partir de situations variées d'inclusion;

— la situation didactique où l'adulte explique l'inclusion sans toutefois renforcer verbalement la correction et la non correction des réponses de l'enfant;

— l'exercice d'acquisitions de classification antérieures à l'apparition de l'inclusion.

Ces procédures sont celles que l'analyse des expériences d'apprentissage de l'inclusion a permis de retenir, soit parce qu'elles ont conduit à des résultats, soit parce qu'on peut escompter raisonnablement qu'elles en provoqueront. On pense qu'elles induisent des processus cognitifs qui entrent complémentirement en jeu dans le développement réel de l'enfant. En diverses circonstances de ce développement, l'observation, les transmissions sociales, l'exercice fonctionnel associé à la pratique des objets, apparaissent en effet comme des facteurs intriqués qui contribuent à l'appréhension des notions. Il se peut toutefois que l'efficacité de ces trois voies d'accès varie avec l'âge et qu'à certains moments du développement l'une d'elles puisse prendre le pas sur les deux autres. Il se peut également que dans chacune des modalités considérées et pour un même âge, les apports de la perception du langage et de l'action ne soient pas nécessairement identiques.

Trois expériences ont été mises en œuvre pour vérifier ces hypothèses. Elles portent sur une population d'enfants âgés de 4 à 6 ans environ; deux niveaux d'âge seront considérés dans cet intervalle : les études de MORF [43] et de KORSKY [31] ont montré en effet un pourcentage relativement important d'acquisitions d'inclusion chez des enfants de 4 ans.

Dans le *Chapitre I'* de cet ouvrage seront présentées les épreuves d'évaluation et la procédure générale des trois expériences.

Dans le *Chapitre II* on étudiera, en liaison avec l'âge, le rôle des indices perceptifs, des verbalisations et de la manipulation dans une situation de constat qui constitue un aménagement de la première recherche de MORF.

Le Chapitre III abordera, aux deux niveaux d'âge considérés, l'étude du rôle de l'explication de l'inclusion en dehors de la manipulation et de la présence d'objets concrets.

Dans le Chapitre IV, on présentera un exercice des mécanismes de classification en vue de l'acquisition de l'inclusion. On y étudiera, aux deux niveaux d'âge et en liaison avec la manipulation des objets, le rôle des indices perceptifs et verbalisés des classes d'objets manipulés.

Dans le Chapitre V, on comparera l'efficacité de l'ensemble des situations expérimentales mises en œuvre dans les trois expériences. Les différences observées permettront d'analyser le rôle des trois facteurs étudiés en fonction de l'âge et des processus d'apprentissage.

CHAPITRE I

PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA RECHERCHE

Ce chapitre comprend deux parties.

Dans la première partie on décrit les épreuves d'inclusion utilisées dans la recherche présentée après avoir donné les raisons de leur choix. Dans la seconde partie on expose la procédure de base commune aux trois apprentissages mis en œuvre. Cette communauté de base tout autant que l'identité des procédures d'évaluation doit permettre la comparaison des résultats attendus à l'issue des trois expériences.

I. — Les épreuves d'évaluation de l'inclusion

La construction de ces épreuves a répondu à deux impératifs :

1) La mise en évidence, chez les enfants de 4 à 6 ans environ, d'un raisonnement de quantification de l'inclusion des classes logiques concrètes, généralisable à un certain degré. Cette évaluation doit permettre une double discrimination : entre incluant et non-incluant d'une part, entre incluant et incluant partiels d'autre part.

2) La mise en évidence de conduites de classification génétiquement antérieures à l'inclusion ou contemporaines de son acquisition; cette seconde évaluation doit permettre une estimation plus fine des acquisitions qui seront observées dans les expériences d'apprentissage.

Pour ces deux champs d'appréciation, l'éventail de l'âge des sujets (de 4 à 6 ans environ) a imposé certaines contraintes dans la construction des épreuves; on s'est efforcé d'éviter deux écueils : celui de la facilité qui rendrait le test non discriminatif pour les sujets les plus

âgés et celui de la difficulté qui le rendrait inapplicable à des enfants de 4 ans. Pour ce faire, il a été tenu compte des recherches antérieures.

1. *Problèmes théoriques et méthodologiques.*

Sont considérées ici les raisons du choix des épreuves qu'il s'agisse des épreuves d'inclusion proprement dites ou des épreuves de classification.

A) *Quantification de l'inclusion.*

Les problèmes qui peuvent être liés d'une part à la nature du matériel utilisé, d'autre part à la structure des configurations perceptives présentées ont été étudiés.

Aucune étude systématique du rôle possible du matériel n'a jamais été effectuée. Aucune donnée expérimentale ne suggère l'existence de niveaux d'acquisition spontanée liés, dans l'ordre croissant de difficulté à l'utilisation d'un matériel constitué d'objets concrets (quelconques et géométriques), de dessins d'objets (images) et de verbalisations pures. On pourrait s'attendre cependant à ce qu'une différenciation apparaisse à propos des objets concrets : objets quelconques et objets géométriques. Les propriétés qualitatives des objets familiers (boîtes, crayons, gobelets, etc...) peuvent constituer un facteur de facilitation par rapport aux propriétés plus abstraites des objets géométriques. Cette hypothèse irait d'ailleurs dans le sens des données recueillies par HEIDBREDER [26] qui mettent en évidence un ordre hiérarchique dans la formation des concepts d'objets concrets, de formes géométriques et de nombres. Les acquisitions spontanées d'inclusion sont plus précoces à propos d'objets concrets dans l'étude de MORF [43] qu'à propos des formes géométriques utilisées par SMEDSLUND [84] et KOFISKY [31]. La diversité des procédures ne permet pas de conclure. Néanmoins nous avons choisi, selon cette hypothèse, un matériel de formes géométriques pour les épreuves d'évaluation alors qu'un matériel d'objets familiers a été retenu pour les apprentissages.

L'hypothèse d'une relation entre la plus ou moins forte prégnance perceptive des sous-classes A et A' ($A + A' = B$) et les niveaux de difficulté des acquisitions, a été mise à l'épreuve par divers auteurs. On sait en effet que l'enfant non-incluant obnubilé par le contraste

entre sous-classes substitue leur comparaison (A/A') à la comparaison d'inclusion (B/A).

WOHLWILL [101] compare les réussites de quinze enfants, âgés de 4 à 5 ans, à des items perceptifs puis aux items purement verbaux correspondant. Cinq questions d'inclusion de classes d'animaux, de fleurs et de fruits, sont posées à partir d'images, puis uniquement verbalement après disparition des images. La moyenne des réponses passe de 0,87 (items perceptifs) à 2,27 (items verbaux). WOHLWILL attribue la facilitation des formes purement verbales à « l'absence des stimuli définissant les sous-classes » [101, p. 451].

Pour AHR et YOUNISS [1], ce serait plus précisément dans la disparité numérique des sous-classes et non dans leur seule présence que résiderait la source principale des erreurs. Entre 6 et 10 ans, les auteurs observent une réduction des erreurs dans le cas où les sous-classes sont numériquement équivalentes ($A = A'$); les erreurs augmentent lorsque la différence entre A et A' croît de 0 à 8. Les conclusions de WOHLWILL, AHR et YOUNISS ont été controversées. JENNINGS [29] et WINER [95] ne retrouvent pas l'effet de facilitation verbale observé par WOHLWILL. Les résultats de BRAINERD et KASZOR [8] ne semblent vérifier ni ceux de WOHLWILL, ni ceux d'AHR et YOUNISS : s'il existe un effet de facilitation verbale il ne serait ni précis, ni robuste; quant à l'effet lié à la différence numérique des sous-classes, il ne saurait être général dans la mesure où les auteurs n'observent pas de meilleurs jugements d'inclusion dans les cas où $A = A'$.

La disparité de ces expériences en ce qui concerne le nombre de questions posées par chaque item⁽¹⁾, la forme de ces questions, le nombre des items, l'exigence ou non de justifications⁽²⁾, réduit la portée des restrictions de BRAINERD et KASZOR notamment en ce qui concerne l'hypothèse de WOHLWILL.

Tenant compte de ces diverses études⁽³⁾, des réflexions de LAURENDEAU et PINARD [37], des observations de LASRY et LAURENDEAU [34]

(1) BRAINERD et KASZOR posent pour le moins quatre questions sur chacun des deux seuls items présentés ($A > A'$ et $A = A'$) dans les conditions expérimentales « perceptives » et « verbales »; deux questions d'équivalence : « ... autant de A que de B ? ... autant de B que de A ? » précèdent deux questions de différence : « ... plus de A que de B ? ... moins de B que de A ? ». Cette pluralité de questions diverses aide sans aucun doute l'enfant à discerner les données pertinentes du problème. La facilitation ainsi apportée peut masquer l'effet facilitateur moindre des items verbaux.

(2) Seule la procédure de WOHLWILL notifie la demande de justifications.

(3) L'article de BRAINERD et KASZOR [8] a été publié après la mise en œuvre expérimentale de cette recherche.

nous avons utilisé dans l'épreuve d'inclusion qui sera décrite ci-dessous, deux situations de type $A = A'$ et deux situations de type $A \neq A'$; dans ce dernier cas deux ordres de différence ont été retenus, l'un minime, l'autre important. On pense ainsi avoir couvert dans une certaine mesure l'éventail possible des niveaux de difficulté.

B) *Les épreuves de classification.*

On sait que l'existence de critères intra-notionnels (opérations constitutives de la notion) et inter-notionnels (transfert aux opérations contemporaines) sont les critères requis dans la perspective piagétienne pour authentifier le caractère logique d'une réponse d'inclusion. On a vu d'autre part qu'aucune vérification expérimentale n'a été apportée à l'hypothèse d'un ordre précis dans le développement naturel des conduites de classification jusqu'à l'inclusion, non plus qu'à celle d'une généralisation des progrès à des opérations postulées synchrones. Néanmoins, à titre de garantie, nous avons ajouté aux questions classiques de quantification de l'inclusion, des questions portant sur le réglage des « tous » et des épreuves de classification : remaniements d'une classification et intersection.

Le réglage des « tous » et le remaniement de classification ont été retenus parce qu'ils sont résolus selon l'échelle de KORSKY [31] par un certain pourcentage d'enfants de 4 ans. En ce qui concerne le réglage des « tous » on peut penser qu'en dehors de toute implication théorique il donne une garantie quant à la cohérence logique d'un raisonnement d'inclusion.

L'intersection a été introduite pour tester la possibilité d'une généralisation de l'inclusion à la classification multiplicative.

2. *Description des épreuves.*

A) *Le matériel.*

Il est constitué par un ensemble de jetons ronds et rectangulaires, rouges et bleus. Deux tailles ont été retenues pour les rectangles : les « grands » ($5,5 \times 1,5$ cm) et les « petits » ($2,75 \times 1,5$ cm); une seule taille pour les jetons ronds ($\varnothing = 2,6$ cm).

Le nombre et la répartition des jetons seront indiqués ci-dessous, pour chacune des épreuves.

Quatre cerceaux de fil électrique souple ($\varnothing = 12$ cm) sont utilisés dans les épreuves de classification.

B) *Procédure générale.*

L'évaluation de la quantification de l'inclusion, du réglage des « tous » et des conduites de classification s'effectue en huit items répartis comme suit :

Quantification de l'inclusion : deux items (deux questions par item),

Réglage des « tous » : deux items (deux questions par item),

Classifications : quatre items.

Préalablement à toute évaluation un item de familiarisation est proposé à l'enfant. Il comporte l'identification des jetons et l'incitation à « mettre ensemble ce qui va bien ensemble ».

Une alternance des différents items a été établie de manière à maintenir l'attention des enfants, en particulier des plus jeunes (4;2), sans fatigue inutile.

La passation du test est individuelle. Au cours des épreuves, on utilise le vocabulaire que l'enfant adopte spontanément pour les différents jetons : portes, barres, carrés ou rectangles, disques ou ronds.

C) *Evaluation de la quantification de l'inclusion.*

L'épreuve comporte quatre questions de quantification données deux à deux, qui constituent le test critique d'acquisition de l'inclusion. On trouvera ci-après dans la figure 2 le libellé des questions ainsi que, pour chacune d'elles, la disposition du matériel géométrique constitué de ronds et de rectangles. Préalablement à chaque question, il est demandé à l'enfant de montrer avec le doigt les classes de jetons placés devant lui, dans l'ordre suivant : B, A, A', B. Ainsi pour la première question, on dit à l'enfant : « Montre-moi les bleus (B) ... les ronds (A) ... les rectangles (A'), et encore une fois les bleus (B) ».

Le libellé des questions, tel qu'il est rapporté dans la figure 2, constitue le libellé princeps; il est explicité par deux questions complémentaires, puis repris sous sa forme première lorsqu'une réponse correcte et justifiée n'est pas obtenue. Dans ce cas, par exemple, la première question se décompose de la manière suivante⁽⁴⁾ :

« ... plus de bleus ou plus de ronds ? »

« ... plus avec tous les bleus ou plus avec tous les ronds ? »

« ... plus pour jouer avec les bleus ou plus pour jouer avec les ronds ? »

« ... plus de bleus ou plus de ronds ? ».

(4) Cette procédure de questionnement est celle utilisée par MORF [43], à la différence près que nous l'avons standardisée.

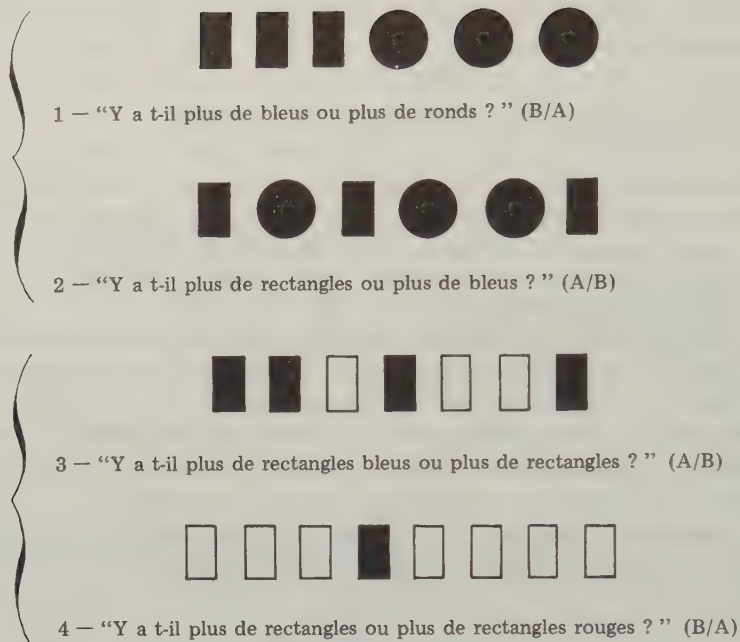


FIGURE 2

Evaluation de la quantification de l'inclusion.

(Légende des couleurs pour cette figure et les suivantes : ■ = bleu; □ = rouge).

L'enfant doit justifier ses réponses quelles qu'elles soient. Dans le cas de réponses incorrectes on demande à l'enfant de répéter la question; s'il n'y parvient pas celle-ci est reprise par l'expérimentateur. Dans le cas de réponses correctes justifiées une contre-suggestion faible est utilisée : « es-tu bien sûr ? Y a-t-il vraiment moins de A ... ? etc... »⁽⁵⁾.

Dans le premier item le classement des jetons doit introduire une facilitation. On remarque, pour chaque couple de questions, le jeu de comparaisons B/A et A/B⁽⁶⁾ : ces deux comparaisons pour une même classe emboîtante garantissent plus fortement l'acquisition de la notion.

D) Le réglage des « tous ».

L'épreuve, à une variation près, est celle qui a été mise au point par PIAGET et INHELDER [66-67] : même matériel, questions semblables.

(5) Une contre-suggestion plus forte est utilisée dans le post-test à long terme donné un mois après le premier post-test à l'issue des apprentissages : « Une petite fille (ou un petit garçon) m'a dit ... (le contraire de ce que vient d'affirmer l'enfant) ... Je voudrais savoir qui a raison ... toi ou la petite fille ... »

(6) Nous rappelons qu'une question B/A induit la comparaison classe emboîtante / classe emboîtée, tandis qu'inversement la question A/B induit la comparaison classe emboîtée / classe emboîtante.

Le matériel est constitué par neuf jetons : six bleus, dont trois ronds et trois carrés, et six rouges tous carrés.

L'épreuve comporte quatre questions. La figure 3 indique l'énoncé des questions ainsi que la situation matérielle à laquelle elles s'appliquent. Pour les deux premières questions, dans un but de facilitation, les jetons sont classés (c'est ici la variation introduite); pour les deux dernières questions, les jetons sont mélangés, comme c'est le cas pour les quatre questions de PIAGET et INHELDER.

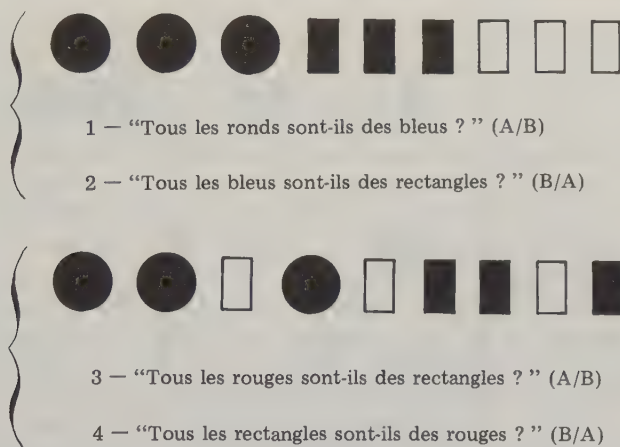


FIGURE 3

Evaluation du réglage des « tous ».

Comme dans la quantification de l'inclusion, les questions sont posées deux à deux, avec dans chaque couple une question B/A et une question A/B. Ce sont les réponses correctes à l'ensemble de ces quatre questions qui témoignent, chez un sujet, du réglage des « tous ». Les réponses correctes à deux ou trois questions seulement témoignent d'une coordination imparfaite de l'extension-compréhension des classes et, par conséquent, d'un niveau moins élevé d'acquisition.

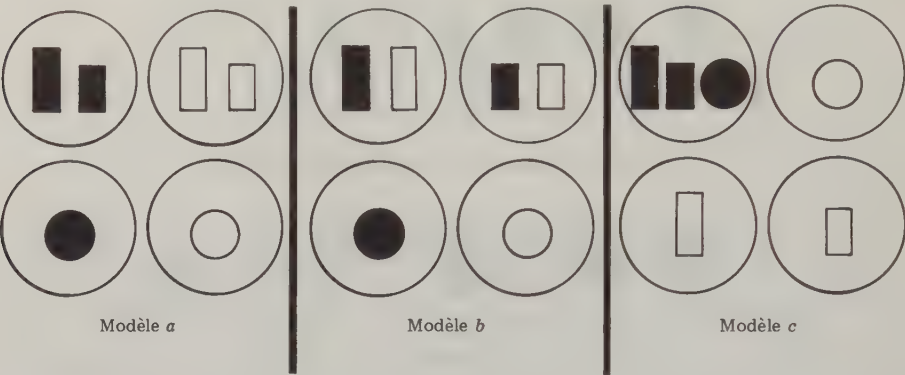
E) *Epreuves de classification.*

a) *Remaniements de classification.*

Cette épreuve a pour but d'étudier à la fois la capacité de classification d'un ensemble lorsque le nombre de classes est donné, et la capacité de remanier cette première classification lorsque le nombre donné de classes change. Les classes sont matérialisées spatialement au moyen de cerceaux ($\varnothing$ 12 cm) dont le nombre varie.



1 — Classification de l'ensemble dans quatre cerceaux



2 — Classification du même ensemble dans trois cerceaux

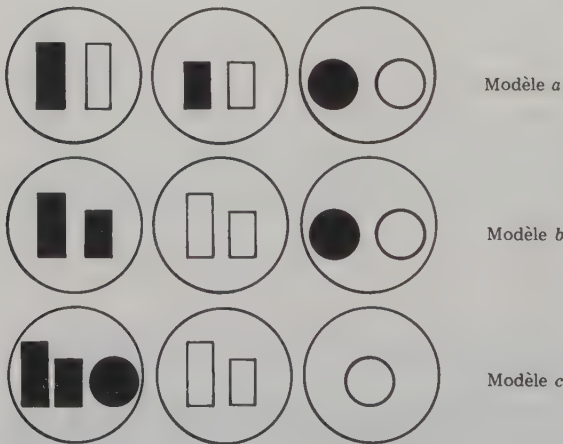


FIGURE 4
Classification dans les cerceaux.

Trois classifications sont successivement demandées à l'enfant. L'ensemble des jetons ainsi que la disposition des cerceaux (7) sont indiqués ci-dessous dans la figure 4.

1^{er} rangement : les jetons sont disposés en désordre sur la table, à gauche de l'enfant. A sa droite, on place deux cerceaux. La consigne est la suivante : « Veux-tu mettre de l'ordre dans ces jetons en les rangeant dans les deux cerceaux. Regarde bien, réfléchis bien avant de ranger. Tu dois mettre ensemble ceux qui vont bien ensemble... ceux qui sont pareils ».

2^e rangement : le même ensemble doit être « mis en ordre » dans quatre cerceaux.

3^e rangement : trois cerceaux sont donnés à l'enfant avec le même ensemble et la même consigne.

Les modèles possibles de classification ont été établis à partir d'un sondage effectué sur 40 enfants de 4 à 6 ans.

Deux cerceaux : il existe deux possibilités de classification : la dichotomie selon la forme ou selon la couleur. Les deux modèles ont même valeur de classification : un point est donné pour l'un ou l'autre.

Quatre cerceaux : trois possibilités de classification sont considérées (figure 4); dans le modèle *a*, un double critère forme-couleur permet de classer exhaustivement l'ensemble de jetons (table à double entrée : trois points); dans le modèle *b*, deux critères sont utilisés successivement et symétriquement : la taille et la couleur (deux points); dans le modèle *c*, les deux mêmes critères sont utilisés asymétriquement (un point).

Trois cerceaux : la construction des trois modèles *a*, *b* et *c* de classification dans trois cerceaux est identique (figure 4). On y trouve l'utilisation successive et dissymétrique de deux critères de classification. Mais, de part la composition du matériel, le modèle *a* est le seul qui implique, outre l'utilisation de deux critères successifs (ici, taille et forme), celle du troisième critère (ici couleur : les bleus et les rouges) comme dénominateur commun des trois classes. Trois points sont affectés au modèle *a* et deux points aux modèles *b* et *c*.

La formalisation en arbres de l'ensemble de ces différents modèles de classification est donnée dans l'Annexe 1. Elle rend compte de la pondération associée aux critères adoptés pour une même classification (nombre et symétrie). Dans le but de vérifier la pondération établie, cette épreuve a été soumise à 15 adolescents âgés de 13 à 20 ans et à 30 adultes âgés de 22 à 80 ans. Parmi ces 30 adultes, 15 exercent ou ont exercé des professions qui impliquent l'utilisation des mathématiques ou statistiques. Pour les classifications dans deux et trois cerceaux, les 15 adultes « mathématiciens » donnent les deux modèles *a*; les modèles *a* ne sont donnés que par 5 sur 15 des adolescents et 7 sur 15 des adultes non mathématiciens ($\chi^2 = 13,51$;

(7) Les cerceaux de fil électrique souple (12 cm de diamètre) nous ont paru devoir remplacer avantageusement les boîtes employées ordinairement dans ce genre d'épreuves. La visibilité reste toujours parfaite et l'enfant peut contrôler à chaque instant son classement.

$P < .01$); les adolescents et adultes qui ne donnent pas les deux modèles *a*, réalisent tous l'un des deux modèles *a* avec l'un des deux modèles *b*, et préférentiellement le modèle *a*, dans la situation des trois cerceaux.

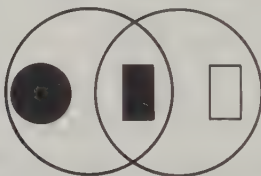
b) *Epreuve d'intersection.*

On dispose en désordre sur la table, devant l'enfant six rectangles, dont trois rouges et trois bleus, et trois ronds rouges. L'épreuve est décomposée en trois temps (cf. fig. 5).



(En réalité les jetons sont disposés en vrac devant l'enfant)

1er temps et 3ème temps avec réussite de l'intersection



2ème temps

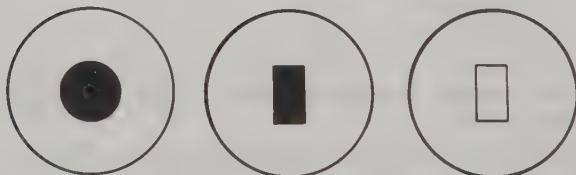


FIGURE 5

Classification en intersection de l'ensemble de jetons dessinés ci-dessus.

1^{er} temps : Deux cerceaux croisés sont disposés à côté des jetons. On fait remarquer à l'enfant qu'on obtient ainsi trois places. La consigne est alors la suivante : « Je voudrais que tu ranges ces jetons dans les trois places ... tu mets ensemble ce qui va bien ensemble ... mais écoute bien ... essaie de mettre au milieu les jetons qui iront bien en même temps avec ceux qui seront là (droite) et ceux qui seront là (gauche) ». La consigne est répétée deux fois avec indication précise des places. Lorsque l'enfant a rangé les jetons, on lui demande de justifier son rangement quel qu'il soit : « Qu'est-ce qu'on voulait faire ... est-ce que ces pions qui sont au milieu vont bien

avec ceux-là... ? » Devant un classement des jetons en intersection (fig. 5, 1^{er} et 3^e temps), la justification correcte est celle-ci : « Les rectangles bleus (ou « ça » en montrant les pions placés au milieu) vont bien avec ceux-là (rectangles rouges) parce que ce sont tous des rectangles, et avec ceux-là (les ronds bleus) parce que ce sont tous des bleus ».

2^e temps : Certains enfants ne comprennent pas d'emblée qu'il y a trois « places » dans les cerceaux croisés pour ranger les jetons. On donne alors trois cerceaux et la consigne devient une simple consigne de classification sans mention d'intersection. Quel que soit le rangement effectué, on passe au troisième temps de l'épreuve sans demander de justification.

3^e temps : Il est en tous points identique au premier. La demande de justification n'est émise qu'en cas de réussite de l'intersection.

Tous les enfants passent les trois parties de l'épreuve : seule la performance réalisée au cours du troisième temps est retenue. Deux situations sont prévues : réalisation de l'intersection sans justification, réalisation avec justification (un point et deux points).

Pour les deux épreuves de classification le score maximal s'élève à 9 points.

3. Estimation des épreuves.

L'évaluation de l'inclusion à partir d'un matériel de formes géométriques a été effectuée par SMEDSLUND [84], KOFISKY [31], BRAINERD et KASZOR [8]. Les situations présentées sont de type $B = A + A'$ avec soit $A = A'$. Les critères de réussite sont les suivants : une réponse justifiée pour SMEDSLUND, deux réponses pour KOFISKY [8] et quatre pour BRAINERD et KASZOR. On pense s'être situé pour le moins dans le même ordre de difficulté que ces auteurs.

On ne prétend pas à l'aide de l'ensemble des épreuves présentées tester la « structure généralisable » idéalement définie par PASCUAL LEONE et BOVER [55, 54]. On espère simplement rendre compte de l'acquisition d'un raisonnement logique sur un matériel donné. L'évaluation de la généralisation des acquisitions est limitée : des questions plus nombreuses, des situations plus difficiles, auraient pu sans doute l'élargir. Elle reste cependant compatible d'une part avec l'âge de nos sujets, d'autre part avec l'objectif de la recherche. L'étude des facteurs d'une acquisition qui s'avère, sur certains matériels, relativement précoce, si l'on en croit les données de MORF et KOFISKY, requiert davantage l'estimation de ce que l'enfant peut atteindre que l'estimation de ce qui reste hors de sa portée.

(8) Les questions d'inclusion, dans l'expérience de KORSKY sont assorties de l'injonction : « Comptez ! ».

II. — Procédure générale des expériences d'apprentissage

Les trois expériences d'apprentissage présentées dans les chapitres suivants sont théoriquement liées entre elles. Ces liens sont issus des réflexions et des hypothèses générales qui sous-tendent cette recherche et que nous rappelons succinctement pour mémoire.

Le constat, l'assimilation de connaissances transmises par l'adulte, l'exercice spécifique de conduites préparatoires à l'atteinte d'une notion donnée, sont autant de modalités d'acquisition qui entrent complémentirement en jeu dans le développement cognitif. Pour chacune de ces voies d'accès et selon l'âge des sujets, on peut faire l'hypothèse d'un apport différent des facteurs de perception, de langage et d'action.

En conséquence trois expériences d'apprentissage de l'inclusion ont été mises en œuvre, qui privilégient chacune autant que faire se peut l'une des approches : entraînement ou constat de la supériorité quantitative constante de la classe emboîtante, apprentissage didactique du « principe » de l'inclusion, exercice des conduites de classification. Le but visé est double : étudier à deux niveaux d'âge et pour chacune des méthodes d'apprentissage le rôle des indices perceptifs, des verbalisations et de la manipulation; comparer ensuite, selon l'âge et selon les méthodes, l'intervention des trois facteurs cités.

La réalisation de la seconde partie de l'objectif requiert des situations expérimentales qui soient à un certain degré comparables. Pour ce faire les caractéristiques principales de la méthodologie de base des trois études ont été rendues semblables.

La population.

La recherche dans son ensemble a porté sur une population de 350 enfants constituée par l'effectif des moyennes et grandes sections de trois écoles maternelles de la banlieue parisienne. Celles-ci ont été choisies pour deux raisons : le milieu socio-culturel y est sensiblement le même; le programme d'initiation pré-mathématique suivi paraît identique.

Selon leur appartenance aux moyennes et grandes sections les sujets ont été répartis en deux niveaux d'âge. Cette division a permis de respecter pour chacun des groupes la similitude de l'initiation pré-mathématique reçue. Pour la première étude, l'âge des sujets a varié de 4;1 à 5;2 dans les sections

moyennes, de 5;2 à 6;4 dans les grandes sections. Les mêmes intervalles ont été repris pour la suite de la recherche; les enfants plus jeunes ou plus âgés de chaque section constituent d'ailleurs des sujets hors de l'ordinaire, soit par avance, soit par retard.

Les expériences se sont déroulées au cours des seconds et troisièmes trimestres de deux années scolaires consécutives; le premier trimestre a été écarté comme introduisant des variations d'adaptation différentes selon les enfants et selon les maîtresses. Par chance, les directrices de chacune des écoles et les institutrices des différentes sections seront restées les mêmes au cours de ces deux années.

Le matériel

Le matériel utilisé pour les apprentissages est semblable dans tous les cas. Il est constitué par huit collections d'objets concrets très familiers : verres, crayons, bonbons, etc... La description exacte des collections sera donnée pour chacune des expériences, avec indication des variations liées aux différences des méthodes d'apprentissage.

Le matériel de formes géométriques utilisé dans les épreuves d'évaluation est également identique pour l'ensemble de la recherche (cf. 1^{re} partie de ce chapitre).

La procédure de base.

Les trois études sont conduites suivant le plan classique des expériences d'apprentissage :

Gr. contrôle	Pré-test		Post-test
Gr. expérimental 1	Pré-test	Apprentissage 1	Post-test
Gr. expérimental 2	Pré-test	Apprentissage 2	Post-test
... etc.			

Les mêmes épreuves d'évaluation (pré-test et post-test identiques⁽⁹⁾), décrites dans la première partie de ce chapitre, sont données à tous les sujets des trois expériences. Un post-test à long terme (un mois), est appliqué à tous les sujets devenus incluant. Au pré-test est éliminatoire toute réponse correcte, justifiée ou non. Au pré-test ne sont retenues que les réponses des enfants qui résistent à la contre-suggestion.

Les apprentissages, quels qu'ils soient, sont des apprentissages « distribués » donnés en deux séances de 40 à 45 minutes chacune, à un jour ou deux d'intervalle. Les intervalles entre pré-test et première séance d'apprentissage d'une part, deuxième séance d'apprentissage et premier post-test d'autre part, sont les mêmes dans tous les cas (deux à trois jours).

(9) Le mot test n'est pas employé ici dans le sens strict d'épreuve étalonnée, mais au sens strict d'épreuve d'évaluation d'une acquisition à un moment donné du développement; c'est sous ce sens qu'il est utilisé dans toutes les expériences.

En résumé, dans les trois études :

1° Tous les enfants des groupes contrôle et expérimentaux subissent le pré-test;

2° Tous les enfants des groupes expérimentaux sont soumis à deux séances d'apprentissage de durée identique sur un matériel en tous points comparables :

3° Tous les enfants des groupes contrôle et expérimentaux passent le post-test deux à trois jours après la dernière séance d'entraînement;

4° Tous les enfants devenus incluants sont soumis un mois après le premier post-test à l'épreuve de quantification de l'inclusion avec renforcement de la contre-suggestion.

Ainsi qu'il a été indiqué à la fin de l'introduction, chacune des expériences fera l'objet d'un chapitre (chapitres II à IV compris). Le chapitre V donnera l'analyse comparée des résultats observés à l'issue des trois expériences.

CHAPITRE II

CONSTAT DE LA SUPÉRIORITÉ DE L'EXTENSION DE LA CLASSE SUR CELLE DE LA SOUS-CLASSE

RÔLE DES DONNÉES PERCEPTIVES, DES VERBALISATIONS
ET DE LA MANIPULATION

Position des problèmes

L'objectif poursuivi dans cette expérience est double. En premier lieu, nous étudierons le rôle des données perceptives dans la comparaison de l'extension de la classe et de celle d'une des sous-classes emboîtées. Cette étude doit conduire à la construction d'une procédure optimale de constat perceptif. En second lieu, nous essaierons d'éclairer, à partir de cette procédure, le rôle des données verbales de la situation et celui des informations qui proviennent de la manipulation des objets.

Dans la recherche d'une procédure satisfaisante de constat, la procédure de MORF [43], dont nous rappelons brièvement le principe, a servi de point de départ.

MORF cherche à provoquer le constat de la supériorité constante de la classe emboîtante par l'intermédiaire de supports matériels des classes logiques. C'est ainsi que dans le cas de perles rouges et jaunes alignées et classées, la ligne tirée sous toutes les perles (B) est évaluée plus longue que celle qui est tirée sous toutes les perles rouges (A). Les constatations s'opèrent sur des configurations d'inclusion de type constant : $B = A + A'$, où $A > A'$, et la comparaison est toujours demandée dans le sens B/A. On rappelle que dans cette étude, aucune réponse correcte dans la comparaison des supports n'a entraîné une réponse correcte dans la comparaison des classes logiques correspondantes.

Parmi les critiques faites à cette expérimentation, nous avons souligné, dans la seconde partie de notre introduction, celle qui invoque le caractère contraignant des configurations à deux sous-classes où l'une est numériquement et spatialement constamment supérieure à l'autre. Les enfants non-incluants, obnubilés par la prégnance du contraste entre les sous-classes, substituent la comparaison entre sous-classes à la comparaison classe/sous-classe.

Selon WOHLWILL [101], la réduction du contraste facilite les réponses correctes d'inclusion spontanée en renforçant la perception de la classe emboîtante. Cette réduction peut s'effectuer par le morcellement de l'extension des sous-classes. Dans l'étude de WOHLWILL, c'est le cas pour un ensemble B d'ustensiles de cuisine où la classe A des casseroles et constituée par des casseroles de formes très différentes et la classe A' des plats par des plats de plusieurs tailles. Les réponses spontanées d'inclusion sont de loin plus nombreuses que dans le cas où casseroles et plats qui constituent A et A' sont respectivement identiques.

L'hypothèse de facteurs inhibiteurs de « la performance d'inclusion », est implicitement contenue, selon BRAINERD et KASZOR [8] dans la reconnaissance de l'effet de contraste. Les deux auteurs demandent que soit considérée également l'hypothèse du manque d'habileté, de « compétence de base » quant au raisonnement logique nécessaire. Ces deux hypothèses ne sont pas contradictoires. C'est dans la mesure où l'enfant manque « d'habileté » logique qu'il est d'autant plus sensible aux apparences. La réduction de la contrainte perceptive ne peut que favoriser l'exercice des habiletés naissantes.

Tout semble se passer comme si une certaine pauvreté des indices perceptifs relatifs aux sous-classes accentuait leur prégnance; au contraire, une certaine abondance de ces indices la masquerait et favoriserait la perception et la conservation de la classe amboîtante. Les situations de MORF, qui toutes correspondent au cas où casseroles et plats sont identiques, ne seraient donc pas des plus favorisantes. Elles constituent, sans aucun doute, un modèle inadéquat des situations réelles : si le constat à partir des données perceptives entre pour une part dans l'acquisition de l'inclusion, il s'effectue à partir de données extrêmement complexes et diachroniquement variées. D'autre part, s'il est légitime de mesurer une acquisition de l'inclusion dans des situations où la contrainte perceptive est maximale, il paraît contre-indiqué de mettre en œuvre un apprentissage de la notion à partir de situations défavorisantes.

Nous appuyant sur les données de WOHLWILL, nous avons tenté de réduire le contraste entre sous-classes, en jouant :

sur le nombre des sous-classes à l'intérieur de la classe : $B = A + A'$ et $B = A + A' + A''$;

sur leur extension relative : $A > A'$, $A = A'$, $A > A''$ (1);

sur le sens des comparaisons : B/A , A/B , A'/B , B/A' , etc...

En résumé, tout en conservant l'intermédiaire des supports matériels, nous avons essayé de construire à la place du constat restreint de MORF un constat élargi à des situations variées quant aux indices perceptifs des sous-classes. Il faut bien noter que, dans ce cas, la redondance des indices perceptifs par rapport à une situation plus pauvre est renforcée par l'usage des comparaisons tous sens B/A , A/B , A'/B , etc... De même, dans les situations de MORF, la constance de la verbalisation B/A au cours des présentations accentuait la pauvreté des indices, responsable, semble-t-il, de la prégnance du contraste. Qu'elle soit restreinte ou élargie, la procédure de constat dans le cas de l'inclusion entraîne toujours une connotation verbale de la situation perceptive.

Le second objectif de l'expérience concerne l'apport possible, en situation de constat élargi, d'une part de données verbales surajoutées à la connotation des situations perceptives, d'autre part des informations provenant de la manipulation.

Devant une configuration d'objets qui sous-tend une structure d'inclusion, la verbalisation d'une coordination entre la compréhension (différences et ressemblances entre les éléments constituant les classes) et l'extension (définition des ensembles d'éléments ressemblants et différents) peut réduire la perception des seules différences. L'association au constat élargi d'un étiquetage verbal préalable de la compréhension et de l'extension des classes devrait donc renforcer l'efficacité du constat. Il se peut toutefois que l'accroissement des informations qui est affecté verbalement ne soit pas exploitable par les jeunes sujets, et ceci même s'ils ont employé correctement les « tous » : répondre que les rectangles ne sont pas tous des rouges parce qu'il y a des bleus, n'implique pas forcément la maîtrise de la coordination des différences (rouges et bleus) au sein des ressemblances (rectangles).

La manipulation des objets et des supports matériels dans le cadre d'un constat constituerait une action de type « physique » selon la terminologie piagétienne. Selon GRÉCO [21], une telle action n'ajouterait rien à « l'engramme perceptuel » de la situation. Nous pensons, pour

(1) Dans ce dernier cas, $A = A' (B = A + A' + A'')$.

notre part, que chez les jeunes enfants elle peut y ajouter des informations. Dans le cas du constat, tirer un trait sous toutes les perles (perles rouges et perles jaunes) est plus long que tirer un trait sous les seules perles rouges. L'enfant manipule ainsi, au moyen d'un intermédiaire, l'extension de la classe et celle de la sous-classe. Cette manipulation peut masquer le piège que constitue « l'engramme perceptuel » du contraste entre sous-classes.

Pour rendre compte du double objectif que nous nous sommes proposé dans cette expérience, quatre situations expérimentales ont été mises en œuvre à deux niveaux d'âge entre 4;1 et 6;4 :

- 1) une situation de constat restreint
- 2) une situation de constat élargi
- 3) une situation où le constat élargi est associé à un entraînement verbal de la coordination « extension et compréhension des classes »
- 4) une situation où le constat élargi est associé à la manipulation de l'enfant.

Les hypothèses

En fonction de ce qui précède, les hypothèses suivantes ont été formulées :

1. Les variations systématiques des indices des sous-classes (nombre, extension numérique et spatiale relative) favoriseront la discrimination des classes à comparer et entraîneront des réponses correctes aux questions d'inclusion.

a) Au post-test, les effets d'apprentissage, quel que soit l'âge des sujets, seront plus importants que ceux obtenus dans une situation où les indices des sous-classes restent constants au cours des présentations;

b) ces effets seront cependant plus accentués chez les sujets les plus âgés de l'échantillon (5;3 - 6;4).

2. Un entraînement à la verbalisation de la compréhension et de l'extension des classes logiques associé au constat perceptif élargi (variations) accentuera les effets d'apprentissage chez les sujets les plus âgés; il n'entraînera par contre aucun effet supplémentaire chez les plus jeunes (4;1 - 5;2).

3. L'entraînement à la manipulation des supports matériels des classes logiques, associé au constat perceptif élargi, aura chez les sujets les plus jeunes (4;1 - 5;2) des effets supplémentaires importants; par

contre, les effets observés chez les sujets les plus âgés seront au plus inchangés.

L'expérimentation

Les sujets.

L'expérience a porté sur 170 sujets qui constituaient l'effectif complet des moyennes et grandes sections de deux écoles maternelles, soit 74 enfants âgés de 4;1 à 5;2 et 96 enfants âgés de 5;3 à 6;4.

Le plan expérimental.

Les sujets des deux groupes d'âge ont été soumis aux épreuves du pré-test (cf. Chapitre I). Après élimination des sujets incluant et des sujets hors échantillon⁽²⁾, les 132 sujets restant sont répartis par tirage au sort dans quatre groupes expérimentaux et un groupe contrôle par niveaux d'âge, comprenant chacun 12 sujets. Les 12 sujets restant ont constitué une réserve en cas d'absence.

Le Tableau II donne le plan expérimental qui a été appliqué, avec indication, pour chacun des groupes, des moyennes d'âge et des moyennes observées aux épreuves du pré-test.

TABLEAU II

Plan expérimental

(et moyennes observées au pré-test pour chaque groupe constitué)

	C	CP1	CP2	CP2+V	CP2+M
4 ; 1 à 5 ; 2	n = 12 m.a. = 4,7 m.r. = 2,83 m.c. = 6,41	n = 12 m.a. = 4,7 m.r. = 2,91 m.c. = 5,33	n = 12 m.a. = 4,6 m.r. = 2,91 m.c. = 5,16	n = 12 m.a. = 4,7 m.r. = 2,91 m.c. = 5,25	n = 12 m.a. = 4,7 m.r. = 2,91 m.c. = 5,41
5 ; 3 à 6 ; 4	n = 12 m.a. = 5,9 m.r. = 3,41 m.c. = 5,16	n = 12 m.a. = 5,9 m.r. = 3,33 m.c. = 5,16	n = 12 m.a. = 5,8 m.r. = 3,33 m.c. = 5,16	n = 12 m.a. = 5,9 m.r. = 3,50 m.c. = 5,25	n = 12 m.a. = 5,8 m.r. = 3,50 m.c. = 5,16

Légende : C = contrôle; CP1 = constat perceptif restreint; CP2 = constat perceptif élargi; V = verbalisations extension-compréhension; M = manipulation du sujet. m.a. = moyenne des âges; m.r. = moyenne obtenue au réglage des « tous » (0 à 4 points); m.c. = moyenne obtenue aux classifications (0 à 9 points).

(2) Il s'agit de sujets qui ne reconnaissaient pas les couleurs ou qui, atteints de timidité excessive, n'ont pas désiré poursuivre l'expérience.

Dans les groupes expérimentaux, à chacun des niveaux d'âge et pour chacune des épreuves, la différence entre la moyenne la plus faible et la moyenne la plus forte s'est révélée non significative (t de STUDENT).

Les apprentissages.

1. Le matériel.

Il est constitué par huit collections d'objets usuels, facilement manipulables, dont la nature et l'ordre de présentation sont indiqués dans les deux premières colonnes du Tableau III. Outre leur caractère familier, les objets utilisés sont « motivants » pour des enfants : gobelets à remplir d'eau, sacs à remplir de bonbons, perles à enfiler, billes, etc.

Sont utilisés également des réglettes de papier fort ajustables à l'aide de ciseaux, et deux bocaux identiques. Ces supports permettent de matérialiser, soit l'extension spatiale des classes à comparer, soit leur « contenu » (cf. Figures 6 et 7).

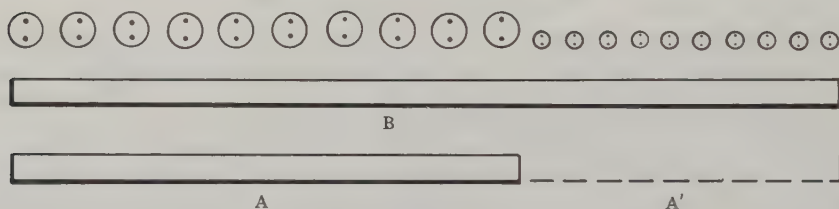


FIGURE 6

Collection 6 : Les boutons. Support matériel des classes à comparer :
Les réglettes de papier.

N.B. — Les bandes représentent les réglettes de papier après leur ajustement à l'aide de ciseaux soit par l'expérimentateur, soit par l'enfant.

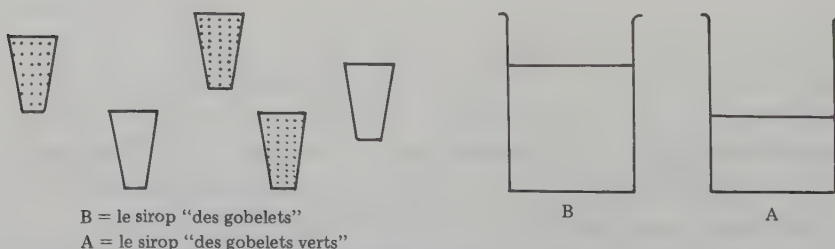


FIGURE 7

Collection 7 : Les gobelets. Support matériel des classes à comparer : Les bocaux.

TABLEAU III

Matériel des apprentissages et utilisation de ce matériel selon les quatre situations expérimentales

CONSTANTES pour les quatre groupes expérimentaux		VARIATIONS selon les quatre situations expérimentales						CONSTANTES pour les quatre groupes expérimentaux	
		CP1		Questions		Sous-classes		CP2 — CP2+ V — CP2+ M	
		Sous-classes		Questions		Sous-classes		Questions	
Coll.	Classe B	A	A'			A	A'		
1	6 verres	4 petits	2 grands	B/A		4 petits	2 grands	B/A	bocaux (sirop)
2	20 perles	15 bleues	5 rouges	{ B/A B/A		10 bleues	6 rouges	{ B/A'' B/A	réglottes papier
3	8 boîtes	5 petites	3 grosses	{ B/A B/A		5 petites	3 grosses	{ A'/B A/B	bocaux (lentilles)
4	9 crayons	6 rouges	3 verts	B/A		4 jaunes	3 verts	B/A''	réglottes papier
5	7 sacs	4 rouges	3 jaunes	{ B/A B/A		3 bleus	3 rouges	{ A'/B B/A	bocaux (bonbons)
6	20 boutons	14 gros	6 petits	B/A		10 gros	10 petits	B/A	réglottes papier
7	5 gobelets	3 verts	2 jaunes	{ B/A B/A		2 verts	2 jaunes	{ A''/B B/A'	bocaux (bonbons)
8	15 billes	9 vertes	6 rouges	B/A		13 bleues	2 rouges	B/A	tracé à la craie
				N. Quest. = 12					
									N. Quest. = 12

2. La procédure de base commune aux quatre apprentissages.

Deux séances d'entraînement d'environ 35 à 40 minutes chacune sont données à un jour ou deux d'intervalle à tous les sujets des groupes expérimentaux. Elles ont lieu un jour ou deux après le pré-test. Les collections d'objets 1 à 4 sont utilisées dans la première séance, et les collections 5 à 8 dans la seconde (Tableau III).

La situation de base pour tous les apprentissages est celle d'un constat perceptif de la supériorité constante de l'extension de la classe sur celle des sous-classes. Elle se décompose en quatre temps :

1^{er} temps. — Chaque collection est présentée en alignement ou en désordre suivant le cas prévu. On sollicite de la part de l'enfant une identification verbale et gestuelle des classes à comparer. C'est ainsi que pour la collection 7, les gobelets (Figure 7), l'expérimentateur demande : « Comment appelles-tu ces objets (les gobelets) ? ... et ceux-là (les gobelets verts) ? ... et ceux-là (les gobelets jaunes) ? ... et dis-moi encore comment tu appelles tout cela (les gobelets) ? ... Maintenant montre-moi avec ton doigt les gobelets ... les gobelets verts ... les gobelets jaunes ... et montre-moi encore une fois les gobelets... ».

Les verbalisations sont utilisées dans le même ordre pour toutes les collections.

La poursuite de l'entraînement s'effectue sous forme de jeu⁽³⁾ : « Maintenant, nous allons jouer à qui boira plus de sirop... Que voudrais-tu, le sirop des gobelets ou le sirop des gobelets verts ? etc.

2^e temps. — L'expérimentateur annonce : « Maintenant, nous allons mesurer pour savoir si tu as gagné ».

La matérialisation des classes à comparer s'opère de deux façons selon la collection :

— soit par des réglettes de papier fort ajustables à l'aide de ciseaux : c'est le cas de la Figure 6, ou par des cercles tracés à la craie : c'est le cas des billes qui sont présentées en tas (cf. Figure 10, Chapitre III);

— soit au moyen de deux bocaux identiques qui servent de « contenus mesurant » des classes considérées : c'est le cas des gobelets de la Figure 7 et de toutes les collections où l'on « remplit » : les verres (sirop), les boîtes (lentilles), les sacs (bonbons).

Si l'on prend comme exemple celui des gobelets de la Figure 7, la démarche est la suivante :

- a) tous les gobelets sont remplis de sirop;
- b) les gobelets sont tous vidés dans un des bocaux (B) dit « bocal des gobelets » (ou de tous les gobelets; cette deuxième formule n'étant employée qu'en cas de nécessité absolue);

(3) L'entraînement a d'ailleurs été considéré comme un véritable jeu. Il a intéressé au plus haut point les enfants, en particulier ceux qui ont manipulé effectivement les objets.

- c) les gobelets vides sont remis à leur place;
- d) les gobelets verts (gobelets rayés) sont remplis de sirop;
- d) les gobelets verts sont vidés dans le second bocal dit « bocal des gobelets verts ».

3^e temps. — On pose à l'enfant une question relative à la comparaison des supports matériels; c'est la « question-support » (Q.S.). C'est ainsi que pour la collection des gobelets (Figure 7) la question-support est la suivante : « Qui a plus de sirop à boire, toi qui as le sirop des gobelets (bocal B) ou moi qui ai le sirop des gobelets verts (bocal A) ? ».

4^e temps. — On pose ensuite à l'enfant la question-clé (Q.C.) relative aux classes logiques : « Maintenant, dis-moi : sur la table, est-ce qu'il y a plus de gobelets ou plus de gobelets verts ? ».

Si la réponse à la question-clé est incorrecte, on revient une seconde et dernière fois à la comparaison des supports matériels de l'extension des classes. La question-clé est posée de nouveau; quelle que soit la réponse de l'enfant, on passe alors à la présentation de la collection suivante.

Il faut bien noter qu'aucune justification des réponses aux questions-support et aux questions-clé n'est demandée à l'enfant. L'objectif de la procédure mise en œuvre n'est pas l'apprentissage d'une explication, mais celui de conduites inférentielles déclenchées par les situations proposées. Ainsi, si la réponse support est sanctionnée par les faits, la réponse-clé ne reçoit aucune sanction : c'est pour cela qu'elle n'est pas posée au début de l'apprentissage mais après la constatation. On pense de cette façon éviter le « stamping in » des mauvaises réponses, qui n'est pas l'objectif poursuivi. Ne seront retenus comme incluant, d'ailleurs, que les enfants qui donneront des réponses correctes justifiées aux questions du post-test sur un matériel différent.

3. Les variations de procédure selon les quatre situations expérimentales.

Les variations de la procédure dans les quatre situations expérimentales sont indiquées dans le Tableau III.

Première situation :

Cette situation est celle du constat perceptif restreint dit CP1. L'enfant est entraîné à constater la supériorité de l'extension de la classe *sur celle de la plus grande des sous-classes*.

Toutes les collections présentées sont du type $B = A + A'$ où $A > A'$. Toutes les comparaisons demandées vont dans le sens classe/sous-classe

(B/A). Les quatre colonnes de gauche du Tableau III rendent compte de cette situation. On remarquera le redoublement des présentations pour les collections 2, 3, 5 et 7. Ce redoublement assure en CP1 le même nombre de questions (12) que dans les autres situations.

L'enfant est dans la situation d'un observateur. Seul l'expérimentateur manipule les objets et les supports matériels des classes.

Deuxième situation :

Il s'agit du constat perceptif élargi dit CP2. L'enfant est entraîné à constater soit la supériorité de l'extension de la classe *sur celle de l'une quelconque des sous-classes*, soit l'infériorité de l'extension de l'une quelconque des sous-classes *sur celle de la classe*.

En conséquence, trois variations sont introduites par rapport à la procédure utilisée en CP1.

L'une concerne le nombre des sous-classes à l'intérieur de la classe B. Sur l'ensemble des huit collections, quatre sont du type $B = A + A'$ (deux sous-classes) et quatre du type $B = A + A' + A''$ (trois sous-classes). A noter que l'extension de B reste identique en CP1 et CP2 pour une même collection (cf. Tableau III).

La seconde concerne l'extension numérique relative des sous-classes. Les colonnes du Tableau III qui correspondent aux situations CP2, CP2 + V, etc., indiquent que les extensions des sous-classes peuvent être ou égales ($A = A'$) ou différentes, soit $A > A'$ dans le cas $B = A + A'$, soit $A = A'$ et $A > A''$ dans le cas $B = A + A' + A''$.

La troisième a trait au sens des comparaisons qui sont demandées, soit dans le sens classe/sous-classe (B/A), soit dans le sens inverse sous-classe/classe (A/B).

L'enfant se trouve dans la même situation d'observation qu'en CP1.

Troisième situation :

Cette situation dite CP2 + V est celle du constat perceptif élargi associé à la verbalisation « compréhension-extension » des classes.

La procédure est rigoureusement la même que celle mise en œuvre en CP2. Il s'y ajoute, après la présentation de chaque collection et avant le renforcement perceptif matériel des classes logiques, un entraînement au langage de la compréhension et de l'extension des classes logiques impliquées dans les collections présentées. On fait verbaliser à l'enfant les différences et les ressemblances qui existent entre les sous-classes définies par leur extension.

Si nous prenons le cas de la collection de gobelets (Figure 7), l'enfant est amené à répondre aux questions suivantes :

I) *Ressemblance* : « En quoi ces gobelets (les gobelets verts : A) et ceux-là (les gobelets jaunes : A') sont-ils pareils, se ressemblent-ils ? ».

II) *Différence* : « En quoi sont-ils différents... sont-ils pas tout à fait pareils ? ».

III) *Réunion des différences et des ressemblances « sous B »* : « Les verts et les jaunes, comment les appelle-t-on quand ils sont tous ensemble ? ».

IV) *Dissociation des ressemblances et des différences* : « Est-ce que tous les gobelets sont des verts ? ... Pourquoi ? ». « Est-ce que tous les gobelets sont des jaunes ? ... Pourquoi ? ».

V) *Reprise de III*.

On enchaîne ensuite immédiatement par la situation de jeu : « Si tu as bien soif, que voudrais-tu boire, le sirop des gobelets ou celui des gobelets verts ? ... On va mesurer... », etc., comme en CP2.

A la première présentation, s'il en est besoin, l'enfant est aidé dans ses réponses (l'aide a été rarement nécessaire sauf pour la collection n° 3).

Quatrième situation :

Le constat perceptif élargi est associé à la manipulation de l'enfant; il est appelé CP2 + M.

La seule variation introduite par rapport à CP2 est celle de la manipulation des supports matériels des classes qui est effectuée par l'enfant au lieu de l'être, comme dans toutes les autres situations, par l'expérimentateur. C'est l'enfant qui coupe les réglettes de papier pour mesurer la longueur des colliers, du défilé des crayons, etc.; c'est lui également qui remplit les gobelets et les verres (sirop), les sacs (bonbons), les boîtes (lentilles), et verse successivement les contenus correspondant aux classes logiques dans les bocalx identiques.

Le post-test.

Le post-test identique au pré-test est appliqué à tous les enfants des groupes expérimentaux et contrôle, deux à trois jours après la dernière séance d'apprentissage.

Le dépouillement.

Une première série de données est constituée par les performances observées au pré-test à l'issue des trois séries d'épreuves : inclusion (0 à 4 réponses), réglage des « tous » (0 à 4 réponses), classifications (0 à 9 points). Les enfants qui donnent quatre réponses correctes justifiées d'inclusion sont appelés : incluant; ceux qui donnent d'une à trois réponses sont dits : incluant partiels. On rappelle qu'au pré-test sont éliminés tous les enfants qui donnent pour le moins une bonne réponse même non justifiée.

Une deuxième série de données concerne les effets observés en cours d'apprentissage. Ils sont mesurés à partir des réponses-support (R.S.) et des réponses-clé (R.C.) données par l'enfant devant chacune des collections d'objets à la première présentation (cf. procédure).

Une troisième série de données concerne les performances réalisées au post-test. Leur dépouillement est identique à celui du pré-test. On rappelle cependant, à propos de l'inclusion, que seules sont retenues les réponses correctes justifiées qui résistent à la contre-suggestion.

Une dernière série de données est constituée par les résultats observés au post-test à long terme appliqué à tous les enfants devenus incluants et à un nombre semblable d'enfants contrôle. Le dépouillement est semblable à celui de l'épreuve d'inclusion des pré- et post-tests.

Les résultats

I. — *Pré-test.*

On observe huit incluants et onze incluants partiels chez les 96 sujets âgés de 5;3 à 6;4; huit incluants partiels chez les 74 sujets âgés de 4; à 5;2.

Pour les non-incluants retenus, les moyennes observées au réglage des « tous » et aux épreuves de classification, sont données avec le plan expérimental dans le tableau II. Les réussites au réglage des « tous » semblent croître avec l'âge; elles ne sont jamais inférieures à deux réponses. Les performances observées aux épreuves de classification sont pour le moins aussi élevées chez les sujets plus jeunes que chez les sujets plus âgés. Des précisions quant à ces tendances seront données au chapitre V où l'on résumera les résultats observés au pré-test dans les trois expériences.

II. — *Résultats observés au post-test à long terme.*

1. *Les réussites au terme de l'entraînement.*

Elles sont très importantes dans les quatre situations expérimentales. Les réponses aux questions-support sont toutes correctes à une

exception près. Une seule réponse fausse a été donnée dans le groupe CP1 par un enfant de l'échantillon 5;3-6;4.

On trouvera pour chaque groupe, dans le tableau IV, la moyenne des réponses justes aux questions-clés. On a procédé à la comparaison des moyennes par la méthode de TUKEY.

TABLEAU IV

*Moyennes obtenues aux questions-clés (classes logiques)
au terme des apprentissages par les sujets des quatre groupes
(score maximal : 12 : $n = 12$)*

Groupes Âges	CP1	CP2	CP2 + V	CP2 + M
4;1 - 5;2	6,16	8,16	7,91	9
5;3 - 6;4	9,66	9,80	10,25	8,5

Deux constatations ressortent à l'issue de ces comparaisons :

— La différence entre le nombre des bonnes réponses obtenues en situation de constat restreint CP1 et celui des bonnes réponses obtenues en situation de constat élargi est importante chez les sujets plus jeunes ($q = 13,55$; $P = .01$); elle est quasi nulle chez les sujets plus âgés.

— L'apprentissage où intervient la manipulation est aussi efficace chez les sujets les plus jeunes que le plus efficace des autres constats ($q = 1,69$; N.S.). Il est moins efficace chez les sujets plus âgés ($q = 7,49$; $P = .01$).

Il faut noter que les *bonnes réponses non-justifiées* qui sont les seules observées ici ne sont pas obligatoirement de *réelles réponses d'inclusion*.

2. La répartition des erreurs en cours d'apprentissage.

On trouvera dans la Figure 8 les diagrammes en bâtonnets des erreurs commises dans chacun des groupes à chacune des questions-clés posées au cours des présentations successives des collections. La comparaison des erreurs en CP1 et CP2 fait ressortir deux points :

— Dans l'échantillon des enfants âgés de 4;1 à 5;2, les erreurs diminuent considérablement et plus régulièrement quand on passe de CP1 à CP2.

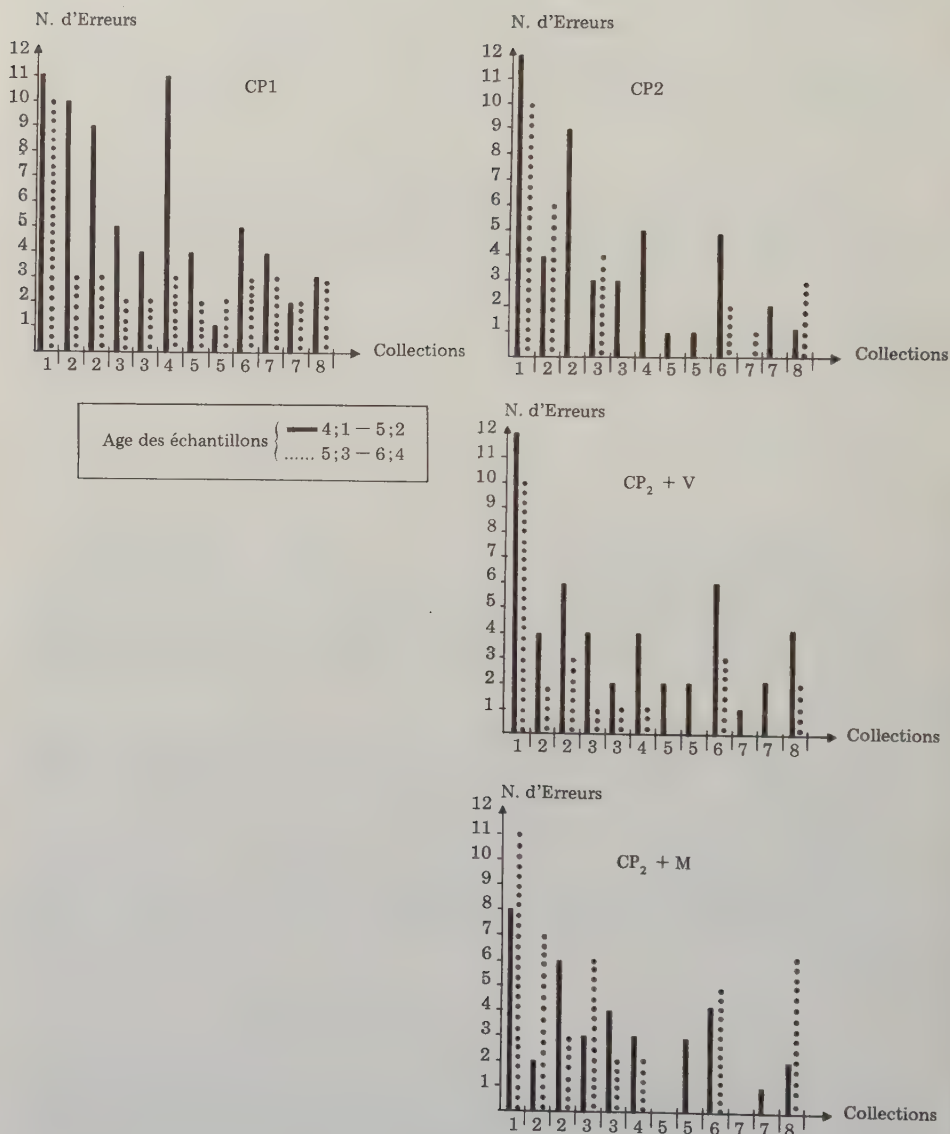


FIGURE 8

Diagrammes en bâtonnets des erreurs relevées au cours des présentations successives des collections dans les groupes CP₁, CP₂, CP₂ + V et CP₂ + M.

N.B. — En abscisse les chiffres indiquent les collections dans leur ordre de présentation. Le redoublement de certains chiffres indique les collections qui ont été présentées deux fois (Cf. tableau III).

— Chez les sujets âgés de 5;3 à 6;4, le nombre des erreurs, peu élevé dès la deuxième collection, reste stable tout au long de l'entraînement CP1. Par contre, en CP2, à nombre global égal d'erreurs (27 et 26), le diagramme est très différent : les erreurs diminuent brusquement pour disparaître complètement pour six questions; elles réapparaissent toutefois moins nombreuses qu'au début pour les dernières collections où la situation de contrainte perceptive est la plus difficile.

Si l'on compare maintenant les diagrammes des erreurs observées en CP2, CP2 + V et CP2 + M, deux constatations s'imposent :

— Chez les sujets les plus jeunes, c'est la situation CP2 + M qui accuse la décroissance d'erreurs la plus régulière avec disparition complète de celles-ci pour les collections 5 et 7. A nombre total d'erreurs quasi-égal, les diagrammes des situations CP2 et CP2 + V se ressemblent, avec toutefois, dans le premier cas, une disparition complète d'erreurs (collection 7) que l'on ne retrouve pas dans le second cas.

— Chez les sujets les plus âgés, on remarque, dans les situations CP2 et CP2 + V, une décroissance rapide des erreurs avec des disparitions complètes suivies de remontées sporadiques qui n'atteignent pas cependant les niveaux du début de l'apprentissage. En CP2 + M, par contre, les disparitions complètes sont moins nombreuses qu'en CP2, et les remontées atteignent les niveaux d'erreurs observés aux premières questions.

III. — *Résultats observés au post-test.*

1. *Epreuve de quantification de l'inclusion.*

On trouvera ci-après dans les Tableaux V et VI d'une part, le total et la moyenne des réponses d'inclusion observés dans chacune des situations de l'expérience, d'autre part, la répartition de l'effectif de chaque groupe, selon le nombre des réponses données par chacun des sujets aux quatre questions de quantification : soit une réponse correcte pour le moins, soit quatre réponses correctes. Nous rappelons qu'il s'agit ici de réponses justifiées.

Considérons le total des réponses d'inclusion dans chaque situation aux deux niveaux d'âge.

Une première constatation s'impose. Les réponses d'inclusion sont plus importantes dans l'échantillon 5;3 - 6;4, quelle que soit la situation,

sauf en CP2 + M où elles sont plus nombreuses chez les sujets âgés de 4;1 à 5;2.

TABLEAU V

*Total et moyenne des réponses d'inclusion observées
dans chaque groupe au post-test*

($n = 12$; nombre de réponses : 0 à 4 par sujet;
total attendu dans chaque groupe : $4 \times 12 = 48$).

Groupes Ages	C	CP1	CP2	CP2 + V	CP2 + M
4;1 - 5;2	2 0,16	10 0,83	26 2,16	18 1,50	36 3,00
5;3 - 6;4	4 0,33	13 1,08	40 3,33	36 3,00	23 1,91

TABLEAU VI

*Répartition de l'effectif ($n = 12$) dans chaque groupe
suivant le nombre de réponses correctes d'inclusion données
par chaque sujet aux 4 questions : soit 1 réponse pour le moins,
soit 4 réponses.*

	4;1 - 5;2		5;3 - 6;4	
	≥ 1	= 4	≥ 1	= 4
C	1	0	3	0
CP1	5	1	7	0
CP2	11	3	12	6
CP2 + V	7	1	11	7
CP2 + M	11	6	8	4

Légende :

C = Contrôle; CP1 = constat perceptif restreint; CP2 = constat perceptif élargi;
V = verbalisation; M = manipulation.

En prenant pour exemple la ligne CP2, le tableau se lit ainsi : 4;1-5;2 : 11 enfants ont donné au moins une réponse, et parmi ces 11 sujets, trois ont donné 4 réponses (inclusion), etc...

Une deuxième constatation concerne l'ordre des réussites dans chacune des tranches d'âges, selon les situations expérimentales. Chez les sujets les plus jeunes, CP2 + M vient en tête, suivi de CP2; chez les sujets les plus âgés, ce sont CP2 et CP2 + V qui entraînent le plus grand nombre de réponses.

Nous avons employé la méthode de TUKEY pour comparer les résultats observés. Le tableau VII donne les valeurs de q et les seuils de probabilité pour toutes comparaisons de moyenne entre groupes.

L'observation de ce tableau apporte les informations suivantes :

1°) Les effets d'apprentissage sont significatifs dans tous les groupes, sauf en CP1 chez les sujets âgés de 4;1 à 5;2.

2°) Les tendances observées dans le Tableau V concernant les réussites globales sont confirmées. L'ordre croissant des réussites selon les situations expérimentales est le suivant :

$$4;1 - 5;2 : CP1 < CP2 + V = CP2 < CP2 + M$$

$$5;3 - 6;4 : CP1 < CP2 + M < CP2 + V = CP2$$

Nous rappelons qu'au terme des apprentissages, l'ordre croissant d'efficacité des apprentissages avait été :

$$4;1 - 5;2 : CP1 < CP2 + V = CP2 = CP2 + M$$

$$5;3 - 6;4 : CP2 + M < CP1 = CP2 = CP2 + V$$

TABLEAU VII

Valeurs de q (test de TUKEY) pour les comparaisons de moyennes et seuils de signification

<i>4;1 - 5;2</i>		
C/CP1	$q = 3,38$	N.S.
C/CP2 + V	$q = 13,5$	$P = .01$
CP2/CP2 + V	$q = 3,38$	N.S.
CP2/CP2 + M	$q = 5,29$	$P = .01$
<i>5;3 - 6;4</i>		
C/CP1	$q = 4,28$	$P = .10$
CP1/CP2	$q = 38,59$	$P = .01$
CP2/CP2 + V	$q = 0,84$	N.S.
CP2/CP2 + M	$q = 15,29$	$P = .01$
<i>4;1 - 5;2 contre 5;3 - 6;4</i>		
CP1/CP1	$q = 0,47$	N.S.
CP2/CP2	$q = 10,37$	$P = .01$
CP2 + V/CP2 + V	$q = 17,15$	$P = .01$
CP2 + M/CP2 + M	$q = 8,94$	$P = .01$
CP2/CP2 + M	$q = 3,38$	N.S.

Légende :

C = contrôle; CP1 = constat restreint; CP2 = constat élargi; V = verbalisation;
M = manipulation.

Deux constantes sont observées. Dans les deux cas, $CP2 + M$ reste la situation la plus efficace chez les jeunes sujets, et la moins efficace chez les plus âgés. Dans les deux cas, les effets de $CP2$ et de $CP2 + V$ sont indifférenciés.

Par ailleurs, les données observées au post-test permettent de discriminer et de hiérarchiser chez les sujets les plus âgés (5;3 - 6;4) les effets d'apprentissage liés aux situations $CP1$ et $CP2$ qui, au terme de l'entraînement, étaient restés indifférenciés. Au post-test, $CP2$, pour ce niveau d'âge, se révèle de loin plus efficace que $CP1$. Les courbes des erreurs donnaient donc à cet égard davantage d'informations que les totaux globaux des réussites ou des erreurs au terme de l'apprentissage (cf. Figure 8).

3°) Si l'on considère aux deux niveaux d'âge les situations d'apprentissage optimales, on observe l'égalité ou quasi-égalité suivante :

$$CP2 + M (4;1 - 5;2) = CP2 + V (5;3 - 6;4) = CP2 (5;3 - 6;4).$$

La considération non plus du seul total des réponses, mais de la répartition de l'effectif suivant le nombre de réponses données par chaque sujet, apporte des informations complémentaires (cf. Tableau VI).

L'apprentissage $CP2$ chez les sujets âgés de 5;3 à 6;4 est le seul qui entraîne des acquisitions chez tous les enfants du groupe (12 sujets). Au même niveau d'âge, vient ensuite l'apprentissage $CP2 + V$, qui entraîne des acquisitions chez 11 sujets sur 12. Dans ces deux situations, à ce niveau d'âge, le nombre des incluant à quatre questions est du même ordre : six en $CP2$, sept en $CP2 + V$. Acquisition et généralisation sont sensiblement les mêmes dans les deux entraînements.

Chez les sujets âgés de 4;1 à 5;2, les situations $CP2 + M$ et $CP2$, qui diffèrent significativement au profit de $CP2 + M$ quant aux réussites totales, entraînent toutes deux des acquisitions chez 11 sujets sur 12. Ces deux apprentissages ont donc le même effet quant à l'acquisition en soi de l'inclusion; l'introduction de la manipulation favoriserait la généralisation des réponses chez les sujets les plus jeunes : six incluant en $CP2 + M$ contre trois en $CP2$.

Si l'on considère maintenant, dans l'un et l'autre échantillon, les situations optimales, on se rend compte que $CP2 + M$, au niveau d'âge 4;1 - 5;2, entraîne autant d'acquisitions que $CP2 + V = CP2$ au niveau d'âge 5;3 - 6;4. La généralisation des acquisitions semble y être du même ordre, si l'on examine pour chacune des trois situations l'effectif

des incluant à quatre questions, respectivement 6, 7 et 6 (sur 12 sujets par groupe).

2. Résultats observés au réglage des « tous » et aux classifications.

On a procédé, pour chacun des groupes contrôle et expérimentaux à la comparaison des moyennes observées au pré-test et au post-test pour ces deux épreuves (*t* de STUDENT pour échantillons appariés). Le Tableau VIII donne les seuils de probabilité retenus pour chacune des comparaisons.

a) Réglages des « tous » : aucun effet d'apprentissage n'est observé aux deux niveaux d'âge dans les groupes contrôle, CP1, CP2 + V. Des gains significatifs apparaissent en CP2 et CP2 + M.

b) Classifications : la constatation est identique sauf en ce qui concerne CP1 au niveau d'âge 5;3-6;4 où l'on observe des effets d'apprentissage.

TABLEAU VIII

*Comparaisons pré-test/post-test au réglage des « tous »
et aux classifications : seuils de probabilité retenus*

	Réglage des "tous"		Classifications	
	4;1 - 5;2	5;3 - 6;4	4;1 - 5;2	5;3 - 6;4
C	N.S.	=	N.S.	N.S.
CP1	N.S.	N.S.	N.S.	.05
CP2	.01	.01	.10	.01
CP2 + V	N.S.	=	N.S.	N.S.
CP2 + M	.05	.01	.05	.01

L'observation de la relation qui existe au post-test entre les réussites d'inclusion et les réussites à ces épreuves apporte des informations complémentaires :

a) tous les enfants devenus incluant aux quatre questions (soit 28 sujets) répondent aux quatre questions du réglage des « tous » du post-test, quels que soient l'âge et la situation expérimentale, sauf deux incluant sur 7 du groupe CP2 + V (5;3-6;4).

b) aux deux niveaux d'âge, les enfants incluant des groupes CP2 et CP2 + M (19 sujets) obtiennent pour le moins 8 points sur 9 aux

épreuves de classification du post-test. Dix de ces sujets obtiennent 9 points. Aux deux niveaux d'âge, six enfants incluant du groupe CP2 + C (sur huit sujets) obtiennent de 4 à 6 points; deux obtiennent 9 points.

Si l'on considère, à part, l'intersection, on observe que l'intersection justifiée accompagne toujours l'inclusion en CP2 et CP2 + M dans la tranche d'âge 5;3 - 6;4, alors que deux seulement des sept incluant du groupe CP2 + V l'atteignent.

Pour la tranche d'âge 4;1 - 5;2, l'intersection accompagne l'inclusion chez six sur neuf des incluant en CP2 et CP2 + M. En CP2 + V, le seul incluant du groupe n'atteint pas l'intersection.

3. *Relation entre acquisition de l'inclusion et performances réalisées en pré-test.*

Si l'on considère l'ensemble des situations expérimentales, 28 enfants sont devenus incluant au post-test après apprentissage. Il nous paraît intéressant de considérer quelles étaient les acquisitions observées au pré-test pour ces 28 incluant, tant pour le réglage des « tous » que pour les épreuves de classification.

a) *Réglage des « tous ».*

Sur les 28 incluant observés après les apprentissages CP1, CP2, CP2 + V et CP2 + M, 16 d'entre eux avaient obtenu, au pré-test, 4 points pour le réglage des « tous ». Les 12 sujets restant avaient obtenu 2 à 3 points. L'hypothèse nulle d'une équiprobabilité de la répartition de ces sujets (16 d'une part et 12 de l'autre) ne peut être rejetée au seuil de .10 (épreuve du χ^2).

L'acquisition provoquée de l'inclusion s'appuie, quel que soit l'entraînement, sur un certain niveau de l'emploi des « tous » (minimum 2 points). Elle est indépendante de la régulation parfaite préalable de cet emploi que, par contre, nous l'avons vu au paragraphe précédent, elle entraîne à tout coup au post-test.

b) *Classifications.*

Considérons de nouveau les 28 sujets incluant observés au post-test. Parmi ceux-ci, un seul avait obtenu le score maximal de 9 points aux

épreuves de classification du pré-test. Sur les 27 sujets restant, 11 avaient obtenu 5 et 6 points, et 16 n'avaient obtenu que 2 à 4 points. L'hypothèse nulle d'une équiprobabilité de la répartition de ces sujets (11 et 116) ne peut être rejetée au seuil de .10 (épreuve du χ^2_1).

L'effectif des incluants qui, au départ, avaient réalisé le score de 6 et 7 points, est significativement plus important dans la situation CP2 + M aux deux niveaux d'âge ($P = .05$, test exact de FISHER).

L'inclusion provoquée en situations de constats paraît indépendante des niveaux préalables des conduites de classification, sauf dans la situation où la manipulation intervient.

IV. — *Résultats observés au post-test à long terme.*

Les 28 enfants incluants ont été soumis, un mois après le post-test, à la même épreuve de quantification de l'inclusion avec contre-suggestion forte. Vingt-huit enfants tirés au hasard dans les groupes contrôle correspondant ont également passé cette épreuve. Les 28 sujets incluants au premier post-test ont résisté à la contre-suggestion et sont restés incluants. Aucun gain n'a été observé chez les sujets contrôle.

Pour faciliter la discussion, nous résumons les résultats des comparaisons à l'aide des égalités et inégalités qui suivent. Nous affectons de l'indice (a) les apprentissages des groupes 4;1 - 5;2, et de l'indice (A) ceux du groupe 5;3 - 6;4; le signe $\simeq$ indique une différence non significative au bénéfice de la situation symbolisée à sa gauche. Le signe $>$ rend compte, par contre, d'une différence significative :

I) *Efficacité comparée des situations expérimentales quant à l'acquisition de l'inclusion :*

$$\begin{array}{llll} \text{CP2} + \text{M}_{(a)} & > & \text{CP2}_{(a)} & \simeq \text{CP2} + \text{V}_{(a)} \\ \text{CP2}_{(A)} & \simeq & \text{CP2} + \text{V}_{(A)} & > \text{CP2} + \text{M}_{(A)} \\ \text{CP2}_{(A)} & \simeq & \text{CP2} + \text{V}_{(A)} & \simeq \text{CP2} + \text{M}_{(a)} > \text{CP2} + \text{M}_{(A)} \end{array}$$

II) *Efficacité comparée des situations expérimentales quant aux épreuves de niveaux (post-test) :*

$$\begin{array}{llll} \text{CP2} + \text{M}_{(a)} & \simeq & \text{CP2}_{(a)} & > \text{CP2} + \text{V}_{(a)} \\ \text{CP2}_{(A)} & \simeq & \text{CP2} + \text{M}_{(A)} & > \text{CP2} + \text{V}_{(A)} \end{array}$$

III) *Efficacité comparée quant à la persistance des acquisitions de l'inclusion (post-test à long terme) :*

$$CP2_{(AA)} \simeq CP2 + V_{(AA)} \simeq CP2 + M_{(AA)}.$$

Discussion

I. — *Efficacité de procédure de constat. Rôle des données perceptives de la configuration d'inclusion.*

1) Le constat élargi, CP2, a donné aux deux niveaux d'âge des résultats importants en faveur de l'inclusion. L'hypothèse générale de l'efficacité possible d'une procédure de constat est donc vérifiée.

Il faut noter que dans le constat restreint CP1, des réponses nombreuses d'inclusion, il est vrai non justifiées, ont été observées en cours d'apprentissage. De plus, chez les sujets âgés de 5;3 - 6;4, des réussites justifiées, peu nombreuses mais significatives, apparaissent au post-test. Ces effets sont totalement absents du constat restreint de MORF. Trois facteurs peuvent rendre compte de cette différence :

a) MORF a effectué son expérience en 1958. La nôtre a eu lieu en 1972. En 13 ans, la pédagogie de l'école maternelle a évolué, et l'on observe une précocité accrue des acquisitions chez les petits enfants. Cette constatation confirme l'importance de l'interaction des facteurs endogènes et exogènes du développement.

b) L'abandon de la méthode clinique et la standardisation de notre apprentissage peuvent également expliquer la différence des résultats.

La liaison inductive entre constats sur les supports matériels et comparaison des classes logiques s'instaure d'autant mieux, au fur et à mesure de l'entraînement, que les situations (gestes de l'expérimentateur, position spatiale des objets, verbalisations) sont rigoureusement les mêmes à chaque situation. L'intention n'a pas été d'établir un conditionnement — on ne conditionne pas à l'inclusion — mais de réduire au minimum les variations « parasites ». Au cours du développement de l'enfant, le nombre des rencontres peut pallier l'imperfection de certaines d'entre elles. Dans la reconstitution expérimentale, la systématisation rigoureuse peut suppléer au petit nombre des répétitions et, paradoxalement, rendre compte davantage de l'expérience réelle de

l'enfant. La méthode clinique utilisée à des fins d'apprentissage peut introduire des distorsions, des dilutions nuisibles à l'établissement des liaisons inductives puis déductives.

c) La position de la première question-clé peut également avoir joué. MORF la donne avant le constat, nous la posons tout de suite après. Puisque les sujets retenus pour l'apprentissage sont non-incluants (pré-test), une réponse dont on sait qu'elle sera fausse renforce le « *stamping in* » des erreurs, qui est alors difficilement vaincu par la comparaison des supports matériels des classes. La mise en œuvre expérimentale du psychologue ne doit pas obligatoirement éluder toute considération pédagogique.

Ces remarques, destinées à expliquer les différences de résultats observés dans deux constats restreints, sont encore plus valables dans le constat élargi CP2.

2) La différence importante observée au post-test entre les résultats obtenus en CP1 et en CP2 vérifie aux deux niveaux d'âge l'hypothèse de la supériorité du constat élargi sur le constat restreint. Ainsi est mis en lumière le rôle important de la variation des données perceptives dans l'acquisition de l'inclusion.

On sait que les enfants non-incluants sont tous capables de distinguer, avant la question d'inclusion, l'extension de la classe B. La dimension pertinente de cette discrimination est la « ressemblance » entre les éléments de A et A' qui composent B. Au cours de la comparaison d'inclusion, cette dimension pertinente est abandonnée au profit du contraste entre sous-classes, c'est-à-dire au profit de la « différence ». Ces deux dimensions, ressemblance et différence, constitutives des classes emboîtées, doivent être détectées avant d'être utilisées dans une démarche qui les coordonne dans leur indépendance. Au fur et à mesure de l'entraînement, les variations diachroniques des indices perceptifs sollicitent et exercent l'attention de l'enfant. L'excessive prégnance du contraste entre sous-classes A et A' est masquée au profit d'une prégnance accrue du caractère commun qui constitue la classe B : l'équilibre se rétablit. Ces conclusions rejoignent celles d'une expérience de TIGHE [86] ⁽⁴⁾, où l'accroissement provoqué et préalable

(4) TIGHE s'appuie, dans cette expérience, sur les théories de GIBSON [18] concernant la perception.

de la sensibilité aux variations des stimuli entraîne de meilleurs résultats dans une tâche de changement intra-dimensionnel ⁽⁵⁾.

De plus, lorsqu'il est discriminé, l'élément commun peut alors être conservé et utilisé. Dans une expérience où est étudié le rôle des données perceptives dans la formation d'un concept, VURPILLOT [93] observe chez les sujets de 5 à 9 ans que l'élément présent dans une suite de configurations variées constitue le critère le plus important d'appartenance à la classe. Ce choix, qui apparaît nettement chez les plus jeunes sujets de son échantillon, augmente ensuite avec l'âge.

Il semble bien que dans le constat élargi, le rôle de la variation des données perceptives soit de faciliter l'abstraction de l'élément commun. Son choix préférentiel par la suite empêcherait l'enfant de substituer B à A' dans la comparaison demandée. Le renforcement de ce choix avec l'âge rendrait compte en partie de la différence des résultats observés en CP2 aux deux niveaux d'âge.

En résumé, le constat opéré au cours d'une suite de situations variées entraînerait la différenciation et l'articulation des schèmes inférentiels actuels du sujet. Le constat restreint limiterait considérablement cette différenciation et cette articulation : les réponses correctes de l'enfant liées à un seul type de situation seraient instables, provisoires et par conséquent non généralisables. Nos résultats vont ici dans le sens de ceux observés par GRÉCO [20] dans l'apprentissage des inversions de l'ordre linéaire par des rotations de 180°. On pense cependant que l'apparition d'une structuration plus adéquate des données de l'expérience est déterminée tout autant par l'apport extérieur que par la capacité d'inférence préalable du sujet.

II. — *Association au constat élargi des verbalisations « extension-compréhension » des classes.*

On n'attendait ici aucun effet supplémentaire d'apprentissage par rapport au seul constat élargi CP2, dans l'échantillon 4;1 - 5;2. Notre hypothèse est donc confirmée dans ce cas. Elle est infirmée dans celui des sujets plus âgés, où nous attendions un accroissement des bonnes réponses d'inclusion.

(5) Sans vouloir forcer l'analogie, le passage de la réponse du non-incluant qui utilise le plus petit des stimuli (extension de A') à la place du plus grand (B) à la réponse d'inclusion où est utilisé le plus grand des stimuli (B), implique en partie un changement intra-dimensionnel.

Que la verbalisation compréhension-extension n'ait rien ajouté au constat élargi nous place alors devant un dilemme :

1 — ou l'emploi des « tous » ne rend pas compte de la coordination extension-compréhension, auquel cas on comprend que l'entraînement à la verbalisation de cette coordination ne puisse rien ajouter à CP2;

2 — ou bien cet emploi en rend compte, mais alors, l'exercice verbal (et perceptif) de la coordination « extension et compréhension » est impuissant à faire passer le réglage des « tous » d'un statut de condition nécessaire à celui de condition nécessaire et suffisante de l'inclusion.

Considérons le premier point. L'emploi correct des « tous » est évalué à partir d'une suite de bonnes réponses à des questions posées devant une configuration d'objets. Il faut bien noter que c'est l'expérimentateur qui emploie les « tous » et que l'enfant souscrit simplement à cet emploi en répondant affirmativement ou négativement⁽⁶⁾. Il se peut que ses réponses traduisent davantage une description successive des stimuli : « les bleus sont tous des ronds », « les bleus ne sont pas tous des ronds parce qu'il y a des rectangles bleus »⁽⁷⁾, qu'une liaison simultanée de leurs qualités (ressemblance et différence). Nous avons pensé que si cela était le cas, l'exercice verbal et en même temps perceptif donné en CP2 + V pourrait conduire l'enfant, qui donne les bonnes réponses, de la dénomination des aspects à celle des qualités, entraînant ainsi la liaison nécessaire.

Cela n'a pas été le cas. Les enfants du groupe CP2 + V n'atteignent pas davantage l'inclusion que ceux de CP2. Ils ont même de moindres résultats au réglage des « tous ». La redondance des informations apportées par les verbalisations n'ajoute rien à CP2 + V par rapport à CP2.

Si l'on considère le deuxième point où le réglage des « tous » correspond bien à la coordination « extension-compréhension », les résultats observés nous renseignent davantage sur l'insuffisance de cette coordination non quantifiée que sur le rôle des verbalisations employées. Si celles-ci n'ajoutent rien à l'efficacité du réglage, l'étude du rôle du langage dans l'acquisition de l'inclusion n'est pas pour autant épuisée.

On ne doit pas perdre de vue que dans le constat élargi CP2, comme d'ailleurs en CP2 + V et en CP2 + M, une connotation verbale

(6) Notre recherche est la seule où une justification ait été demandée au réglage des « tous ».

(7) Nous traduisons ici le « oui » et le « non » de l'enfant.

des données perceptives est utilisée à chaque présentation de collections. Il se peut qu'elle soit suffisante et que la redondance apportée en CP2 + V ne trouve aucun emploi. Le rôle de cette connotation ne peut être évalué. Il coïncide, nous le pensons, avec celui de la compréhension et de l'exercice acquis du langage à un âge donné. Nous touchons ici du doigt les limites, signalées par OLÉRON [1972], des études du langage conduites à partir d'enfants normaux.

III. — *Association au constat élargi de la manipulation effective du sujet.*

Les résultats observés vont au-delà de nos hypothèses. L'adjonction de la manipulation augmente, chez les plus jeunes sujets (4;1 - 5;2), les effets du constat élargi; elle les diminue chez les plus âgés.

Dans le cadre du constat de la supériorité quantitative constante de la classe sur la sous-classe, l'utilisation de schèmes pratiques d'action semble nécessaire aux jeunes enfants. Ces mêmes schèmes auxquels la contrainte expérimentale les force à recourir, gênent considérablement les enfants plus âgés.

La thèse d'OLÉRON [51], qui oppose le circuit long du langage aux circuits courts qui vont de la perception à l'action, nous sert ici de fil conducteur dans l'interprétation de ces faits. Le très jeune enfant ne connaît que les circuits courts, perception-action, qui lui sont à la fois « modèle » du réel et apport d'informations. Il y acquiert une certaine habileté, il y reste à l'aise assez longtemps. Au fur et à mesure que l'exercice du langage s'implante dans les activités de l'enfant, un circuit à plus long terme s'instaure par la force des choses, qui irait de la perception au langage, entraînant une prise de distance à l'égard des données immédiates de la perception et de l'action.

Au moment où cette nouvelle attitude prend force, l'enfant perdrait la maîtrise acquise dans les circuits courts. Il ne le retrouverait que plus tard, quand, par une sorte de feed-back, le premier circuit serait en quelque sorte enrichi, élargi par l'usage du second : en effet, l'enfant de 8 ans, l'adulte, ne « perdent » pas l'inclusion, lorsqu'on les fait manipuler dans le cadre de notre expérience.

Ces résultats éclairent les tendances observées au pré-test. Qu'il s'agisse d'une manipulation des supports matériels de classes, ou d'une

manipulation de classification, ce qui est dû aux schèmes pratiques d'action est acquis relativement tôt. L'exercice ultérieur de ces schèmes n'ajoute rien à ce qui est acquis; il y enlèverait plutôt, au moment où d'autres attitudes s'instaurent. L'interaction d'un circuit plus long passant par le langage permettrait, par la suite, d'utiliser le premier circuit, au plus sans dommage.

L'implication pédagogique de ces résultats sera abordée dans la conclusion générale.

CHAPITRE III

APPRENTISSAGE DIDACTIQUE DE L'INCLUSION

RÔLE DE L'EXPLICATION EN FONCTION DE L'ÂGE

Position des problèmes

On présente dans ce chapitre un apprentissage didactique de l'inclusion. Le but poursuivi est l'étude du rôle du langage explicatif, aux deux niveaux d'âge considérés, dans une situation où le constat perceptif est réduit, les indices perceptifs affaiblis et la manipulation complètement absente.

Les méthodes didactiques sont peu employées en psychologie génétique. Elles ont été utilisées dans certaines expériences d'apprentissage de la conservation. Nous les citons brièvement, pour deux raisons : premièrement, nous nous sommes inspirés de la procédure de l'une d'elles [ENGELMANN, 16]; secondement, deux d'entre elles sont utilisées avec d'autres méthodes dans une perspective de comparaison qui est la nôtre [SULLIVAN, 87; BEILIN, 4 et PETERS, 57].

BEILIN [4] étudie la relation entre l'apprentissage et le caractère unitaire, selon la perspective piagétienne, du développement logique. Il compare sur une population d'enfants (âge moyen : 5,4), les résultats obtenus par trois méthodes dans la conservation du nombre, de la longueur et de la surface. Les trois méthodes sont celles de l'apprentissage didactique et du conflit cognitif. Seule l'explication, introduite dans la méthode didactique, entraîne des acquisitions significatives des conservations du nombre et de la longueur⁽¹⁾. BEILIN en conclut au rôle important de la médiation verbale.

(1) Aucun transfert ne s'opère à la conservation de la surface.

ENGELMANN [16] et SULLIVAN [87] se situent dans une perspective pédagogique. Ils « enseignent » la conservation des liquides en situations collectives, sans recours à la manipulation effective de l'enfant. Les sujets de la première expérience sont âgés de 5;8 à 5;9, ceux de la seconde de 6;4 à 7;10.

SULLIVAN a recours au film. Deux situations sont présentées qui introduisent une explication, mais l'une ajoute à l'autre l'explication des principes (identité - réversibilité - compensation). Cette variable n'introduit aucune différence au post-test immédiat, mais, dans un post-test d'extinction, seuls résistent les sujets qui ont bénéficié de l'explication du principe.

Dans la même perspective pédagogique, ENGELMANN entraîne collectivement en classe, devant le tableau noir, à l'aide de schémas, un groupe de 15 enfants. Ils y apprennent à la fois l'explication de la compensation en vue de la conservation et l'usage d'une règle. Les gains sont importants.

PETERS [57] compare les effets de trois procédures d'apprentissage de la conservation du nombre sur une population d'enfants âgés de 5;1 à 6;2. Deux d'entre elles s'appuient sur la discrimination des indices pertinents de la situation avec ou sans renforcement; la troisième utilise la médiation verbale didactique. La méthode didactique l'emporte au post-test sur les deux autres, le renforcement des indices perceptifs étant en outre plus efficace que le non-renforcement. Dans un post-test à long terme, médiation verbale didactique et renforcement des indices perceptifs ne sont pas significativement différents.

Nous avons emprunté à ENGELMANN sa situation d'enseignement au tableau, et l'usage d'une règle répétée par les enfants. Les expériences de BEILIN et de PETERS nous donneront certains points de référence lorsque nous comparerons, au Chapitre V, les résultats de nos trois expériences. La recherche de SULLIVAN apportera également un point de repère quant à l'utilisation de deux sortes d'explication.

Les apprentissages didactiques de l'inclusion mis en œuvre par KOHNSTAMM [32-33] et LASRY [35] sur des enfants âgés de 5 ans ont été rapportés dans l'introduction générale.

PIAGET, dans la préface de l'ouvrage d'INHELDER, SINCLAIR et BOVET [28], intitulé « Apprentissage et structure de la connaissance », met en doute la valeur d'une perspective didactique quant à l'acquisition de l'inclusion : « ...certaines expériences de pédagogues sur la

transmission didactique de la quantification de l'inclusion ... ont été reprises par des psychologues, et ceux-ci ont montré qu'elles perturbaient la compréhension des rapports entre les sous-classes A et A' » (ouvrage cité, p. 10). On pense qu'il s'agit ici de l'expérience « pédagogique » de KOHNSTAMM [32] et des critiques qui lui ont été faites par PASCUAL-LEONE et BOVET [55-56]. Or, l'expérience de LASRY [LASRY, 35; LASRY et LAURENDEAU, 36] et la seconde expérience de KOHNSTAMM [33] ont démontré que cette perturbation était liée au questionnement d'inclusion, et non à la mise en œuvre expérimentale. Certains incluants naturels au provoqués, entraînés à répondre à la question d'inclusion : « ... plus de B ou plus de A ? », continuent de donner une réponse de pseudo-inclusion quand la situation ne s'y prête pas (plus de A que de A' dans le cas où $A = A'$; ou bien plus de B que de « A » dans le cas où une seule classe est présentée : fruits-pommes par exemple). Selon LASRY et LAURENDEAU [36], cette perturbation passagère disparaît au bout de quelques semaines sans que soient atténués les effets d'apprentissage. Il semble bien d'ailleurs que l'on retrouve le même artefact expérimental à l'issue de l'apprentissage opératoire d'INHELDER, SINCLAIR et BOVET [28] où le questionnement d'inclusion a été également utilisé. En effet, sur les 15 sujets devenus incluants au post-test, 8 répondent : « ... plus de fruits que de pommes » à propos d'une situation où ne sont présentées que des pommes. Dans la mesure où la question correspondante n'a pas été posée au pré-test, aux non-incluants et aux incluants naturels, on ne peut savoir si la réponse fausse de pseudo-inclusion témoigne d'une difficulté intrinsèque de la situation ou d'une perturbation dans la compréhension des rapports des classes. Ces constatations conduisent à penser qu'aucun apprentissage expérimental de l'inclusion ne peut être utilisé tel quel à l'école maternelle. Les démarches pédagogiques qui s'inspireraient de l'un ou de l'autre devraient être assorties de précautions destinées à éviter l'apparition des artefacts mentionnés. Ce point sera repris dans la conclusion générale.

Nous avons retenu la perspective didactique de KOHNSTAMM et de LASRY pour l'expérience présentée dans ce chapitre. Nous nous en cartons cependant selon trois points :

- 1 — l'introduction de la variable « âge » de 4;1 - 6;4;
- 2 — la non-utilisation de l'approbation ou de la désapprobation devant les réponses de l'enfant;
- 3 — la perspective de comparaison entre plusieurs méthodes. C'est d'ailleurs dans cette dernière perspective que notre expérience prend

tout son sens. Dans l'expérience précédente, la situation CP2 + V de constat élargi introduisait une première explication : celle du réglage des « tous » ; la comparaison entre ses résultats et ceux que nous attendons de l'explication de l'inclusion introduite ici peut permettre de préciser le rôle du langage. L'hypothèse générale est celle d'un effet d'apprentissage beaucoup plus important à tout âge de l'explication du « principe » de l'inclusion.

Les hypothèses que nous formulons maintenant sont internes à l'expérience présentée.

Hypothèses

1. L'apprentissage didactique de l'inclusion en dehors de la présence d'objets concrets entraînera des effets importants d'apprentissage dans l'un et l'autre groupe d'âge.

2. Les effets observés seront toutefois plus importants dans le groupe des sujets plus âgés.

L'expérimentation

Les sujets.

L'expérimentation a porté sur 83 enfants des grandes et moyennes sections de deux écoles maternelles, soit 40 enfants âgés de 4;1 à 5;2 et 43 enfants âgés de 5;3 à 6;4.

Le plan expérimental.

Après application du pré-test, 11 sujets incluant partiels ont été éliminés ainsi que 8 sujets déclarés hors échantillon pour des raisons de défauts de langage, de difficulté de contact ou d'absentéisme.

Les 64 sujets restant ont été répartis au hasard en quatre groupes de 16 sujets chacun. Le Tableau IX donne le plan expérimental qui a été suivi. Y sont ajoutées, pour chaque groupe, les indications de la moyenne d'âge et des moyennes observées aux épreuves du pré-test : réglage des « tous » et classifications.

TABLEAU IX
Plan expérimental
 (avec indication des performances réalisées au pré-test)

Ages Groupes	4;1 — 5;2	5;3 — 6;4
	n = 16 m.a. = 4,6 m.r. = 3,00 m.c. = 6,00	n = 16 m.a. = 5,9 m.r. = 3,50 m.c. = 5,68
C		
E	n = 16 m.a. = 4,6 m.r. = 3,00 m.c. = 5,68	n = 16 m.a. = 5,9 m.r. = 3,41 m.c. = 4,87

Légende :

C = contrôle; E = groupe expérimental.

m.a. = moyenne d'âge.

m.r. = moyenne au réglage des « tous » (0 à 4 points).

m.c. = moyenne des épreuves de classification (0 à 9 points).

L'apprentissage.

1. Le matériel.

Le matériel d'apprentissage est constitué par les dessins des collections d'objets qui ont été utilisées dans la situation de constat élargi de la première expérience.

On trouvera dans le Tableau X la nature et l'ordre de présentation de chacune des séries de dessins. Nous y indiquons en outre leur disposition spatiale, celle des supports linéaires des classes logiques ainsi que la nature des comparaisons demandées.

La comparaison entre ce Tableau X et le Tableau III fait apparaître les variations minimales que la situation de dessins au tableau entraîne par rapport au constat élargi (CP2, CP2 + V et CP2 + M) de la première expérience. Les collections 1 et 5 des verres et des sacs étaient alors présentées en désordre : le support matériel pour ces deux collections étant constitué par les bocaux, aucun inconvénient ne résultait de cette présentation. Dans le cas des dessins au tableau, le support matériel des classes logiques est obligatoirement un tracé linéaire, soit horizontal (alignement ordonné des objets), soit circulaire (non-alignement). Il se trouve que la comparaison des tracés circulaires est un peu plus difficile que celle des tracés horizontaux. Les deux collections en question, 1 et 5, sont les premières de chaque séance. C'est dans un but de facilitation que nous avons adopté pour elles le tracé horizontal qui implique une présentation alignée.

Nous avons respecté le non-alignement dans tous les autres cas indiqués au Tableau III du constat élargi en adoptant alors le tracé circulaire comme support matériel.

2. La procédure.

1) Procédure de base.

Nous avons adopté, pour cette expérience, une procédure de passation semi-collective, par raison d'économie. La communication entre enfants a été évitée dans la mesure du possible.

Les 16 enfants de chaque groupe expérimental ont été répartis au hasard en trois sous-groupes (deux fois 6 et une fois 4 sujets). Chacun des sous-groupes a été soumis à deux séances d'entraînement de 35 à 40 minutes chacune. Les enfants ont été priés d'assister à « une petite classe » devant le tableau noir. Un jour ou deux d'intervalle a séparé les deux séances.

TABLEAU X

Tableau des collections de dessins schématisés et de leur utilisation
(Ordre de présentation et structure des questions posées)

Coll.	Classe B	Sous-classes			Questions	Disposition spatiale	Supports matériels des classes
		A	A'	A''			
1	6 verres	4 petits	2 grands		B/A	alignement	Tracé linéaire horizontal
2	20 perles	10 bleues	6 rouges	4 jaunes	B/A'' B/A	alignement	Tracé linéaire horizontal
3	8 boîtes	5 petites	3 grosses		A'/B A/B	non-alignement	Tracé circulaire
4	9 crayons	4 jaunes	3 vertes	2 rouges	B/A''	alignement	Tracé linéaire horizontal
5	7 sacs	3 bleus	3 rouges	1 jaune	A'/B B/A	alignement	Tracé linéaire horizontal
6	20 boutons	10 gros	10 petits		B/A	alignement	Tracé linéaire horizontal
7	5 gobelets	2 verts	2 jaunes	1 rouge	A''/B B/A'	non-alignement	Tracé circulaire
8	15 billes	13 bleues	2 rouges		B/A	non-alignement	Tracé circulaire
					N = 12		

Légende : B = la classe emboîtante

A, A', A'' = les sous-classes ($A \geq A' > A''$)

Au cours de chacune de ces deux séances, ainsi que l'indique le Tableau X, quatre séries de figures ont été présentées, l'une en dessous de l'autre selon l'ordre indiqué. Elles ont été dessinées à l'avance au tableau noir, ainsi que les tracés linéaires constituant le support matériel des classes logiques, ce qui a exclu toute manipulation de l'expérimentateur devant les enfants.

Les Figures 9 et 10 donnent deux exemples des collections dessinées, l'une avec le tracé linéaire horizontal, l'autre avec le tracé circulaire. Les lignes horizontales ou circulaires qui représentent l'extension des classes B, A ou A' sont d'une couleur différente. La couleur change pour chaque collection.

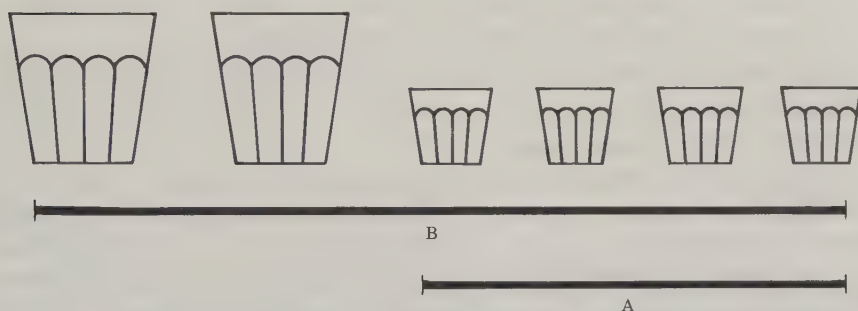


FIGURE 9

Collection 1 : Les verres

Présentation alignée et utilisation d'un tracé horizontal comme support indicatif des classes.

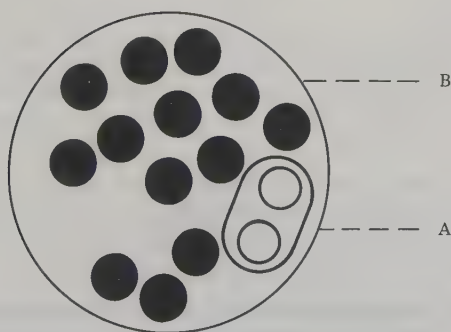


FIGURE 10

Collection 8 : Les billes

Présentation non alignée et utilisation d'un tracé circulaire comme support indicatif des classes.

2. Modalités internes de la procédure.

Pour chaque série de dessins, l'entraînement comprend trois phases successives d'explication suscitées ou données à partir de questions standardisées, posées aux enfants dans l'ordre suivant :

a) *Questions concernant l'identification des classes et des sous-classes en présence* (exemple de la Figure 9, les verres) :

Qu'est-ce qui est dessiné ici au tableau ?

Comment appelle-t-on ces objets ?

Sont-ils tous pareils ? Pourquoi ?

Qu'est-ce qu'on a tracé sous le dessin ? placé sous le dessin ?

Sous quoi est placée la ligne blanche ? la ligne rouge ?

Comment appelle-t-on les verres qui sont au-dessus de la ligne rouge ? (A), et ceux qui n'ont pas de ligne pour eux tous seuls ? (A').

Comment appelle-t-on tout ce qui est au-dessus de la ligne blanche ? (B).

b) *Questions relatives au réglage des « tous » :*

Est-ce que ces grands sont bien des verres ? Pourquoi ?

Est-ce que tous les verres qui sont dans ce dessin sont des grands verres ? Pourquoi ?

Les mêmes questions sont posées pour les petits verres et les verres.

c) *Questions relatives à la supériorité constante de la classe emboîtante* (exemple de la Figure 9) :

Ici, au tableau, est-ce que j'ai dessiné plus de verres ou plus de petits verres ? ...

Quelle que soit la réponse obtenue, une justification est demandée : « Comment le sais-tu ? ... Qu'est-ce que j'avais demandé ? ... » etc., qui conduit à l'explication suivante : « Il y a plus de verres que de petits verres, parce que les verres ce sont les grands avec les petits... Il y a plus de verres que de petits verres parce qu'il n'y a pas seulement des petits verres, il y a aussi d'autres verres, ceux qui sont grands... ». Après l'explication individuelle, tous les enfants reprennent la dernière phrase de l'explication : « Il y a plus de verres... ».

Les questions posées sont strictement les mêmes pour chaque dessin et dans chaque sous-groupe d'enseignement. Le sens des comparaisons classe/sous-classes (B/A) ou sous-classe/classe (A/B) varie selon un ordre déterminé d'avance qui est donné par le Tableau X.

En a et b, les explications s'adaptent aux réponses des enfants; elles sont destinées à provoquer des réponses correctes aux questions posées collectivement; les enfants qui désirent répondre lèvent la main; l'expérimentateur fait en sorte que chaque enfant réponde au moins une fois dans une séance.

En c, chaque enfant doit répondre obligatoirement au moins à deux

questions de quantification. Il y a six questions d'inclusion par séquence d'apprentissage (cf. le Tableau X).

On se rend compte que les phases *a* et *b* reproduisent l'ensemble des données verbales de la situation CP2 + V de la première expérience⁽²⁾. Les quelques modifications apportées sont liées à la variation expérimentale constituée par la présentation de dessins au tableau et l'absence de la manipulation d'objets concrets effectuée par l'expérimentateur. Du point de vue verbal et par rapport à CP2 + V, l'apport de l'expérience présente est donc constitué par l'explication de la quantification de l'inclusion.

Dépouillement.

Aucune donnée n'a pu être recueillie en cours d'apprentissage. Pour un premier sous-groupe, nous avons utilisé le magnétophone. Nous y avons renoncé par la suite, pour deux raisons : tout d'abord, l'appareil est un élément de distraction; tous les enfants connaissent le magnétophone et son usage et veulent s'approcher et crier fort pour qu'on les entende; secondement, des travaux très bruyants ont été effectués dans la cour de l'école, à un certain moment donné, pendant l'entraînement de deux sous-groupes.

Il n'y a eu aucune prise de notes pendant les séances d'entraînement, pour la raison qu'elles étaient conduites par un seul expérimentateur.

Ce que nous pouvons dire, c'est que la « petite classe » a été très animée. Pour l'un des sous-groupes de l'échantillon 5;3-6;4, un « leader » s'est révélé en deuxième séance qui, par moment, tentait d'expliquer à la place de la « maîtresse ».

Les données recueillies au post-test ont été dépouillées, comme celles du pré-test, selon les procédures communes aux trois expériences.

Les résultats

I. — Pré-test.

Onze incluant partiels ont été éliminés : six chez les plus âgés ($m = 5;9$), cinq chez les plus jeunes ($m = 4;6$). Chez les non-incluants

(2) Ces données verbales comportent celles qui sont associées à la présentation du matériel (communes aux situations CP2, CP2+V, CP2+M) et celles qui sont propres à la situation CP2+V.

retenus la même tendance que dans l'expérience précédente a été observée : supériorité des plus âgés au réglage des « tous », performances au moins égales des plus jeunes aux épreuves de classification.

II. — *Post-test - Epreuve de quantification de l'inclusion.*

Les effets d'apprentissage observés au post-test sont importants; 34 réponses d'inclusion sont acquises dans le groupe 4;1 - 5;2, et 55 dans le groupe 5;3 - 6;4 (64 réponses attendues dans chacun des groupes).

L'effectif des sujets qui ont donné au moins une bonne réponse est très élevé dans les deux groupes. Il s'élève à 12 sujets sur 16 chez les plus jeunes et à 16 sujets sur 16 chez les plus âgés.

La généralisation à quatre réponses est plus importante dans le groupe des plus âgés, où 10 sujets deviennent incluants (4 réponses) contre quatre sujets dans le groupe des plus jeunes.

Les moyennes obtenues aux quatre questions de quantification par les sujets des groupes contrôle et expérimentaux sont données dans le tableau XI. On a procédé à une analyse de la variance de ces résultats.

TABLEAU XI

Post-test : Moyennes obtenues aux quatre questions de quantification de l'inclusion par les sujets des groupes contrôle et expérimentaux

Ages Groupes	4;1 - 5;2	5;3 - 6;4
C	0,25	0,31
E	2,12	3,43

Score maximum pour un sujet : 4;
 $n = 16$ pour chacun des groupes.

Légende : C = groupe contrôle,
 E = groupe expérimental (enseignement).

La source de variation liée à la présence ou à l'absence d'un apprentissage (groupes contrôle contre groupes expérimentaux) conduit à des différences significatives ($P = .01$). Les réponses d'inclusion observées dans les deux groupes expérimentaux sont donc l'effet de l'enseignement donné.

La source de variation liée à l'âge conduit à des différences significatives ainsi que celles liées à l'interaction âge - situations expérimentales ($P = .05$). Nos hypothèses sont vérifiées.

III. — *Post-test : réglage des « tous » et classifications.*

On a procédé pour chacun des groupes contrôle et expérimentaux à la comparaison des moyennes observées au pré-test et au post-test pour ces deux épreuves. Le tableau XII donne les seuils de probabilité retenus (t de Student pour échantillons appariés).

Aucun effet significatif n'est observé dans les groupes contrôle. Par contre les effets d'apprentissage sont significatifs dans les groupes expérimentaux qu'il s'agisse du réglage des « tous » ou des classifications.

TABLEAU XII

Réglage des « tous » et classifications : seuils de probabilité retenus (t de Student) pour la comparaison pré-test/post-test dans chacun des groupes

	Réglage des "tous"		Classifications	
	4;1 - 5;2	5;3 - 6;4	4;1 - 5;2	5;3 - 6;4
C	N.S.	N.S.	N.S.	=
E	.01	.01	.01	.01

Légende : C = groupe contrôle,
E = groupe expérimental.

IV. — *Relations observées au post-test entre acquisition de l'inclusion et réussites aux autres épreuves.*

Tous les enfants incluants des deux groupes donnent les quatre réponses du réglage des « tous ». Seuls deux incluants partiels donnent trois réponses.

Chez les sujets âgés de 5;3 à 6;4, l'inclusion entraîne le score maximum (9 points) aux épreuves de classification chez sept sujets sur les 10 incluants. Sur les six incluants partiels du groupe, deux atteignent 9 points. La différence n'est pas significative au test exact de FISHER. Les quatre incluants du groupe 4;1 - 5;2 obtiennent 5 à 7 points.

En résumé, l'acquisition de l'inclusion due à l'apprentissage didactique s'accompagne du niveau maximum quant au réglage des « tous » et d'un niveau élevé aux épreuves de classification. Mais ces niveaux sont atteints également par les incluants partiels et les non-incluants du groupe.

V. — *Relation entre acquisition de l'inclusion (4 réponses) et performances observées au pré-test.*

Considérons les 14 sujets devenus incluants au post-test.

Au réglage des « tous » du pré-test, sept d'entre eux avaient donné les 4 réponses du réglage, les sept autres ayant donné de 2 à 3 réponses. L'apprentissage didactique conduit à l'inclusion, quel que soit le niveau antérieur du réglage des « tous », à partir de 2 réponses.

Aux épreuves de classification du pré-test, quatre seulement des 14 sujets devenus incluants après apprentissage avaient obtenu pour le moins 6 points. Le score très bas des 10 autres incluants s'étale de 1 à 4 points. Les effets de l'apprentissage sont donc, dans cette expérience, indépendants des niveaux préalables de classification. Par contre, nous l'avons vu plus haut, ils entraînent au post-test des acquisitions importantes à cet égard.

VI. — *Résultats observés au post-test à long terme.*

Les quatre incluants du groupe 4;1 - 5;2, et cinq seulement⁽³⁾ des 10 incluants du groupe 5;3 - 6;4, ont subi de nouveau, un mois après le premier post-test, les épreuves de quantification de l'inclusion, en même temps que neuf sujets des groupes contrôle tirés au hasard.

Les neuf enfants incluants au premier post-test ont résisté à la contre-suggestion et sont restés fermement incluants. Par contre, aucune acquisition n'est observée dans le groupe contrôle.

(3) L'expérimentation s'est déroulée à la fin du troisième trimestre. Les cinq incluants manquant sont partis en vacances avant l'administration de l'épreuve à long terme.

Discussion

L'importance du rôle du langage mise en évidence dans cette expérience où n'entrent en jeu ni manipulation ni objets concrets, sera discutée dans le Chapitre V. Nous y comparerons à cet effet les résultats observés plus haut et ceux obtenus dans la situation CP2 + V du constat élargi.

On se limitera pour le présent à la comparaison de ces résultats avec ceux de la première expérience de KOHNSTAMM [32] qui a été rapportée dans l'introduction générale.

Notre apprentissage didactique s'est révélé, à âge égal, aussi efficace que celui de KOHNSTAMM. Sur 20 sujets entraînés, celui-ci avait obtenu 16 incluants. On obtient ici 10 incluants sur 12 sujets dont l'âge moyen s'élève à 5;7. En outre, la procédure collective donne à chaque enfant l'occasion de répondre individuellement deux fois par séance; dans l'entraînement individuel de KOHNSTAMM, chaque enfant est enseigné à propos de 18 problèmes d'inclusion. La comparaison n'est pas en défaveur de notre apprentissage qui est cependant beaucoup moins directif que celui de KOHNSTAMM.

Les réussites obtenues dans les deux expériences de KOHNSTAMM [32-33] et dans notre propre expérience confirment l'efficacité de la méthode didactique. Dans les trois cas, aucune manipulation n'est effectuée. Seul fonctionne le circuit d'information perception-langage. Dans notre procédure, l'utilisation de tracés linéaires comme support matériel des classes logiques rend plus important l'apport des données perceptives. Langage et perception s'y renforcent l'un l'autre.

L'existence de justifications, de résistance à la contre-suggestion, l'extension des effets d'apprentissage au réglage des « tous » et aux conduites de classifications, montrent que les raisonnements acquis sont « logiques ». Il semblerait que ce soit ici l'acquisition de l'inclusion qui régularise la conduite de classification et non le contraire.

On ne pense pas que la situation collective, assez réduite d'ailleurs, ait été une variable importante de cette expérience. Les enfants n'ont pas, ou très peu, communiqué entre eux. Les « leaders » qui sont apparus dans deux sous-groupes ont exercé une influence moins heureuse que perturbatrice.

L'absence de manipulation n'implique pas son inutilité dans l'expérience de l'enfant. Elle indiquerait seulement qu'à partir de 4 ans, l'action pratique peut être relayée par le circuit langage-perception. Le relais serait plus accessible aux sujets plus âgés, ce que confirment nos résultats et ceux de KOHNSTAMM.

CHAPITRE IV

EXERCICE DES MÉCANISMES DE CLASSIFICATION EN VUE DE L'ACQUISITION DE L'INCLUSION

RÔLE DES INDICES PERCEPTIFS ET VERBALISÉS DES CRITÈRES UTILISÉS

Position des problèmes

Les deux premières expériences ont mis en œuvre des apprentissages directement axés sur la quantification de l'inclusion, dernier stade, dans la perspective piagétienne, de l'élaboration des classifications additives opératoires. L'expérience que nous présentons dans ce quatrième chapitre s'attache à la seule conduite de classification, sans qu'il soit fait appel, au cours de l'entraînement, à la notion qui est l'objet d'une acquisition éventuelle.

Selon l'interprétation piagétienne, l'inclusion est en quelque sorte le produit des mécanismes d'anticipation et de rétroaction mis en jeu dans les classifications ascendantes et descendantes réalisées par l'enfant (1).

L'ordre descendant, défini par le passage des ensembles généraux aux ensembles plus spéciaux, constitue une recherche de la plus grande extension possible pour un certain critère. Il requiert une anticipation des subdivisions éventuelles et un choix rétroactif de celles qui sont compatibles avec le critère retenu.

(1) « Quant à savoir comment l'enfant en viendra de la réunion intuitive $A + A' = B$ à l'opération inverse $A = B - A'$ qui fonde ainsi l'inclusion, tout le problème se réduit à celui de la connexion croissante entre la méthode ascendante de classification (partir des petites collections pour construire les grandes) et la méthode descendante (partir des grandes collections et les subdiviser). Or cette question de la liaison entre les deux méthodes possibles de départ se réduit elle-même à celle de la mobilité rétroactive et anticipatrice » [PIAGET et INHELDER, 66, page 121].

L'ordre ascendant constitué par le passage de sous-collections initiales à de plus grands ensembles est caractérisé par une recherche de la plus grande compréhension. Il implique moins obligatoirement que le premier l'anticipation et la rétroaction : l'enfant peut empiriquement assembler l'un après l'autre « tous ceux qui vont bien ensemble ». Mais, si empirique que puisse être à un certain moment cette démarche, elle n'exclut pas la recherche anticipatrice d'une ressemblance et l'abandon rétroactif de l'élément qui ne possède pas le caractère voulu.

La liaison entre les deux méthodes aboutirait donc à des connexions multiples entre anticipations et rétroactions et, par contre-coup, entre extensions et compréhensions des classes logiques, dont on sait que la coordination définit formellement la notion d'inclusion. Dans l'ensemble de ces liaisons, le changement de critère constitue selon PIAGET et INHELDER [66] une des expressions de la mobilité opératoire réversible.

Un entraînement aux changements de critères dans l'ordre ascendant et descendant à propos d'un même ensemble d'objets peut donc être considéré à la fois comme un exercice des mécanismes d'anticipation et de rétroaction et comme un exercice des acquisitions relatives à la conduite de classification qui sont celles du sujet à un moment donné. Nous pensons que le qualificatif « opératoire » selon la terminologie piagétienne peut lui être appliqué.

Le principe de l'expérience que nous avons mise en œuvre dans cette perspective est celui des classements multiples. Il n'est pas nouveau : il est à la base des épreuves de GOLDSTEIN et SCHEERER [19, 25] qui ont analysé les conduites de « catégorisations » du point de vue de l'abstraction, de la mobilité ou de la rigidité; il a été utilisé par OLERON [44, 46] chez les jeunes aveugles et entendants, par HATWELL [24] chez les aveugles.

Aménagée en apprentissage, la situation revient à solliciter chez l'enfant l'invention de modes de classement successivement différents d'un ensemble d'objets. L'ensemble est tel que les objets peuvent toujours être classés selon plusieurs critères. Dans l'expérience qui est décrite ci-après, chacun des critères entraîne une catégorisation différente, de deux à quatre, quant au nombre des classes logiques. A chaque classement l'enfant se corrige lui-même en retournant une carte qui lui fournit un indice, soit perceptif, soit verbalisé, du critère qu'il a ou aurait dû utiliser.

La manipulation des objets intervient dans cet apprentissage ainsi

que la perception de leurs propriétés : identité, couleur, taille, etc. L'action sur les objets ne constituerait pas ici une action du même type que celle à laquelle se livre l'enfant qui « manipule » dans la situation de constats. Elle serait du type « mixte », à la fois physique, puisqu'il y a déplacements d'objets, et « logico-mathématique », puisqu'il y a classification [PIAGET, 62].

L'introduction des indices perceptifs et verbalisés doit permettre d'éclairer le rôle de la perception et du langage dans ses liaisons avec une action qui serait donc éminemment favorisante quant à l'acquisition de l'inclusion. Nous pensons toutefois que l'effet de cet apprentissage qui repose sur la classification sera, plus qu'un autre, tributaire des acquisitions antérieures relatives à cette conduite. Il dépendra également de l'âge des sujets, dans la mesure où celui-ci peut accroître le niveau de ces acquisitions.

Hypothèses

1. Quelle que soit la situation expérimentale, les effets d'apprentissage observés au post-test augmenteront avec l'âge.

2. L'utilisation des indices verbalisés sera plus efficace chez les sujets plus âgés, celle des indices perceptifs plus efficace chez les plus jeunes.

L'expérimentation

Les sujets.

L'expérience a porté sur 101 enfants de deux écoles maternelles : 54 enfants âgés de 4;1 à 5;2 et 47 enfants âgés de 5;3 à 6;4.

Le plan expérimental.

Après application du pré-test, 24 sujets incluant et incluant partiels ont été éliminés, ainsi que cinq sujets déclarés hors échantillon pour diverses raisons (absentéisme, défauts de langage, etc.). Les 72 sujets restant furent répartis au hasard en six groupes de 12 sujets chacun.

On trouvera ci-après dans le Tableau XIII le plan expérimental qui a été appliqué, avec indication pour chaque groupe de la moyenne d'âge et des moyennes observées aux épreuves de niveaux retenues pour chacune des trois expériences.

TABLEAU XIII
Plan expérimental
(et niveaux de pré-test dans chaque groupe constitué)

	C	C1.P	C1.V
4;1 - 5;2	<i>n</i> = 12 m.a. = 4,8 m.r. = 3,31 m.c. = 5,25	<i>n</i> = 12 m.a. = 4,8 m.r. = 3,25 m.c. = 5,66	<i>n</i> = 12 m.a. = 4,7 m.r. = 3,25 m.c. = 5,66
5;3 - 6;4	<i>n</i> = 12 m.a. = 5,8 m.r. = 3,31 m.c. = 5,66	<i>n</i> = 12 m.a. = 5,8 m.r. = 3,41 m.c. = 5,10	<i>n</i> = 12 m.a. = 5,9 m.r. = 3,50 m.c. = 5,25

Légende : C = groupe contrôle.

C1.P = classifications avec indices perceptifs,

C1.V = classifications avec indices verbalisés,

m.a. = moyenne d'âge,

m.r. = moyenne observée au réglage des « tous » (0 à 4 points),

m.c. = moyenne observée aux classifications (0 à 9 points).

Les apprentissages.

1. Le matériel.

Il est constitué en premier lieu par les huit collections d'objets concrets qui ont été utilisés dans les situations de constat élargi CP2, CP2 + V et CP2 + M (1^{re} expérience). Des variations minimales concernant les collections 2 et 7 ont pour but de rendre possible l'utilisation du critère taille⁽²⁾. On trouvera dans le Tableau XIV la composition détaillée du matériel et l'ordre d'utilisation des collections pour les trois séquences qui constituent chacune des séances d'apprentissage.

Des couvercles de boîtes sont utilisés comme surfaces de rangement; ils concrétisent le nombre des classes logiques qui doit résulter du classement d'un ensemble selon un certain critère. La faible hauteur de leur rebord (1 cm) permet à l'enfant de contrôler à chaque instant son action.

(2) On peut se rendre compte de ces variations en comparant les tableaux III et XIV.

TABLEAU XIV

Description des collections d'objets et de l'ordre de leur utilisation au cours des deux séances d'apprentissage

Séances	Collections	Classes				Ordre de l'utilisation des collections
		B	A	A'	A''	
Première séance	1	6 verres (R)	4 (g)	2 (p)		1/ Coll. 2 + 4
	2	30 perles	10 (V)	$\frac{16 (R)}{10 (p) + 6 (g)}$	4 (J)	
	3	8 boîtes (B)	5 (p)	3 (g)		2/ Coll. 1 + 3 + 4
	4	9 crayons	4 (J)	$\frac{3 (V)}{2 (p) + 1 (g)}$	2 (R)	3/ Coll. 1 + 2 + 3 + 4
Deuxième séance	5	7 sacs	3 (B)	3 (R)	1 (J)	1/ Coll. 6 + 7
	6	20 boutons (B) (R)	10 (g)	$\frac{10 (P)}{5 (B) + 5 (R)}$		
	7	5 gobelets	2 (V.g)	$\frac{2 (J)}{1 (p) + 1 (g)}$	1 (R.p)	2/ Coll. 5 + 6 + 7
	8	15 billes	$\frac{13 (B)}{6 (g) + 7 (p)}$	2 (R-g)		3/ Coll. 5 + 6 + 7 + 8

Légende : Les lettres d'imprimerie : R, J, V et B indiquent la couleur; R = rouge, B = bleu, V = vert, J = jaune.

Les petites lettres : g et p indiquent la taille; p = petit, g = grand ou gros.

Les cartes que l'enfant utilise pour la correction de ses erreurs sont des bostols blancs de 12,5 × 7,5 cm. Elles portent, selon la situation expérimentale, soit un dessin, soit la verbalisation écrite, lue par l'expérimentateur, de ce même dessin. Dans le premier cas, le bostol est appelé « étiquette », dans le second cas « télégramme ».

Les critères de remaniement des classifications que l'ensemble des collections d'objets permet d'utiliser sont au nombre de quatre : identité des objets (perles, crayons, etc.), couleur, taille, usage (contenus/contenants).

Les cartes que l'enfant retourne après ses « rangements » lui donnent des informations au sujet des classes logiques qui correspondent à l'utilisation d'un certain critère. L'annexe 2 donne un exemple de la représentation soit dessinée, soit verbalisée, de ces informations.

2. La procédure.

L'apprentissage comporte deux séances de 35 à 40 mn chacune, donnée à un jour ou deux d'intervalle. Ces deux séances sont composées, chacune, de trois séquences de classification (cf. colonne de droite du tableau XIV).

Première séance :

1^{re} séquence : Les grands crayons de la collection 2 et les grosses perles de la collection 4 sont présentées en vrac. Les objets doivent être classés successivement selon les critères : identité - couleur - identité. On a ainsi :

- a) deux boîtes : perles/crayons,
- b) trois boîtes : jaune/vert/rouge
- c) deux boîtes : perles/crayons.

L'enfant a donc devant lui, en désordre, au début de la séance, les perles vertes, jaunes et rouges et les crayons verts, jaunes et rouges, deux boîtes et deux cartes, ces dernières placées à sa droite.

La consigne suivante est donnée : « Peux-tu faire deux familles d'objets qui vont bien ensemble, une famille pour chaque boîte... Quand tu auras rangé, tu pourras retourner une de ces étiquettes, elle te dira si tu as gagné ».

Le rangement effectué, l'enfant ne peut retourner qu'une seule des étiquettes : « Tu dois avoir dans une de ces boîtes ce qui est sur l'étiquette et seulement ce qui est comme ça ». C'est seulement après avoir rectifié son rangement, si besoin en est, que l'enfant retourne la seconde étiquette.

Trois boîtes sont alors aussitôt présentées devant les deux précédentes : « Maintenant peux-tu faire trois familles d'objets qui vont bien ensemble, qui sont pareilles... une famille pour chaque boîte ». Trois cartes sont ensuite placées à droite de l'enfant avec la même consigne que plus haut.

Dès que le classement correct est effectué dans les trois boîtes, deux nouvelles boîtes sont présentées avec les mêmes consignes.

2^e séquence : les collections 1 (verres), 3 (boîtes) et 4 (crayons) sont présentées en désordre. Elles doivent être classées successivement selon les critères : identité - couleur - taille - couleur - contenant / contenu - identité :

- a) trois boîtes : verres/boîtes/crayons
- b) quatre boîtes : vert/jaune/bleu/rouge
- c) deux boîtes : objets petits/objets grands
- d) quatre boîtes : vert/jaune/bleu/rouge
- e) deux boîtes : contenants/contenus
- f) trois boîtes : verres/boîtes/crayons

3^e séquence : les collections 1 (verres), 2 (perles), 3 (boîtes) et 4 (crayons) sont présentées en vrac. Les critères successifs de classement sont les suivants : identité (4 boîtes) - contenant / contenu (2 boîtes) - couleur (4 boîtes) - taille (2 boîtes) - couleur (4 boîtes). Le changement de critère s'effectue ainsi successivement selon des ordres ascendants et descendants de classification.

Deuxième séance :

On utilise ici les collections 5, 6, 7 et 8. Leur nature et leur groupement pour les trois séquences sont indiqués dans le Tableau XIV. On trouvera dans l'annexe 3 toutes indications relatives aux critères utilisés et aux ordres ascendant et descendant suivis pour les deux séances d'apprentissage.

Usage des cartes.

Le nombre des cartes est toujours égal à celui des boîtes. Dans le cas où l'on présente deux boîtes, la deuxième carte n'apporte qu'une confirmation supplémentaire puisqu'un classement correct dans l'une des boîtes entraîne nécessairement un classement correct dans la seconde. Il n'en est pas de même lorsque trois ou quatre boîtes sont présentées : l'enfant, surtout au début de l'apprentissage, peut avoir besoin d'autant de cartes qu'il y a de boîtes moins une.

Pour une même séquence on remarque qu'un même nombre de boîtes peut être présenté pour deux critères différents. C'est le cas par exemple de la deuxième séquence de la première séance décrite ci-dessus où l'on a :

c) deux boîtes : petits/grands

.....

e) deux boîtes : contenus/contenants.

On procède alors ainsi : en c) l'expérimentateur attend le début de la réalisation de l'enfant pour déposer les cartes qui correspondent au critère choisi; en e) l'expérimentateur demande à l'enfant de ranger dans les deux boîtes « deux familles » mais différentes de celles qu'il avait construites précédemment. La même procédure est utilisée dans tous les cas semblables.

L'usage des cartes peut se résumer ainsi :

1) Dans le cas où la bonne classification est effectuée spontanément, les cartes renforcent perceptivement ou verbalement la bonne réponse.

2) Dans le cas où il y a erreur, les cartes apportent des informations, soit perceptives, soit verbales qui croissent avec leur nombre.

Variation de la procédure suivant les situations expérimentales.

La seule variation concerne les cartes qui servent à corriger les erreurs.

Dans le premier entraînement dit : classifications avec indices perceptifs ou Cl.P., les cartes représentent les indices dessinés des classes à construire.

Dans le second entraînement dit : classifications avec indices verbalisés ou Cl.V., le dessin est remplacé par la verbalisation qui lui correspond. Le « télégramme » est retourné par l'enfant, présenté à l'expérimentateur qui le lit à haute voix et fait ensuite répéter son contenu à l'enfant. L'enfant peut en demander la lecture autant de fois que cela est nécessaire.

Le post-test.

Le post-test identique au pré-test est appliqué à tous les enfants des groupes expérimentaux et contrôle, un jour ou deux après la dernière séance d'apprentissage.

Le dépouillement

Une série de données concerne les erreurs commises au cours de l'apprentissage. Elles se mesurent au nombre d'« étiquettes » ou de « télégrammes » nécessaires à la correction des classements successifs.

Les données recueillies aux pré- et post-test (court terme et long terme) s'effectuent comme dans les expériences précédentes selon les procédures décrites au chapitre I^{er}.

Les résultats

I. — Erreurs observées au cours et au terme des apprentissages.

On trouvera ci-après dans le tableau XV la moyenne des erreurs observées au cours de chacun des entraînements (Cl.P et Cl.V) dans chaque groupe d'âge. On a procédé à la comparaison de ces moyennes à l'aide de la méthode de TUKEY.

TABLEAU XV

*Moyenne des erreurs observées au cours des apprentissages
dans chacune des situations expérimentales
(n = 12; maximum d'erreurs possibles par sujet : 53)*

	Cl.P	Cl.V
4;1 — 5;2	18,33	10,00
5;3 — 6;4	13,75	12,91

Les indications suivantes ressortent de ces comparaisons :

— en situation Cl.P, les erreurs observées sont plus importantes chez les plus jeunes sujets que chez les plus âgés ($q = 6,12$; $P = .001$);

— en situation Cl.V, ce sont les plus jeunes sujets qui font le moins d'erreurs ($q = 3.70$; $P = .05$).

Si l'on considère les deux situations à chaque niveau d'âge, on observe que les erreurs diminuent chez les plus jeunes quand on passe de Cl.P à Cl.V ($q = 30.24$; $P = .001$) alors que leur nombre reste stationnaire pour les deux situations expérimentales chez les sujets les plus âgés.

II. — Résultats observés au post-test.

1. Epreuve de quantification de l'inclusion.

On trouvera dans le tableau XVI, le total et la moyenne des réponses d'inclusion relevées dans chaque groupe. On a procédé à l'analyse de la variance de ces résultats. Les constatations suivantes peuvent être faites :

— La source de variation liée à la présence ou à l'absence d'apprentissage (groupes contrôle contre groupes expérimentaux) amène des différences significatives ($.01 < P < .05$).

— Les sources de variation liées à la présence d'indices perceptifs ou verbalisés, à l'âge, à l'interaction entre l'âge et les situations expérimentales, ne conduisent pas à des différences significatives.

TABLEAU XVI

*Total et moyenne (m) des réponses d'inclusion
observées dans chaque groupe*

($n = 12$; score maximal = 4; total de réponses attendu : $4 \times 12 = 48$)

	C	Cl.P	Cl.V
4;1 - 5;2	6 m = 0,50	20 m = 1,66	18 m = 1,50
5;3 - 6;4	8 m = 0,84	16 m = 1,33	20 m = 1,66

Si donc il existe dans tous les cas des effets d'apprentissage, ces effets sont sensiblement les mêmes dans les deux situations expérimentales quel que soit l'âge des sujets. Il faut noter cependant, qu'à résultat quasi-égal, l'étude des erreurs en cours d'apprentissage fait intervenir des différences quant à l'économie des démarches du sujet selon les

situations. Les erreurs sont moins nombreuses en Cl.P chez les sujets les plus âgés. Elles tendent à l'être beaucoup moins en Cl.V qu'en Cl.P. La différence est hautement significative à cet égard, chez les plus jeunes.

Le tableau XVII où est indiqué la répartition de l'effectif de chacun des groupes selon le nombre de réponses donné par chaque sujet aux quatre questions d'inclusion apporte des informations complémentaires.

TABLEAU XVII

Répartition de l'effectif ($n = 12$) dans chacun des groupes selon le nombre de réponses données par chaque sujet aux quatre questions :

- soit une réponse pour le moins,
- soit quatre réponses (inclusion).

	4;1 - 5;2		5;3 - 6;4	
	≥ 1	= 4	≥ 1	= 4
Cl.P	8	1	7	2
Cl.V	9	1	7	4

Si l'effectif des sujets qui ont réalisé des acquisitions (au moins une réponse correcte justifiée) est pour le moins aussi important chez les plus jeunes (17 contre 14), celui des sujets incluant (quatre réponses) est plus important chez les sujets plus âgés (six contre deux); c'est la situation Cl.V qui tend à être plus efficace à cet égard, chez les enfants âgés de 5;3 à 6;4 (quatre incluant).

2. Résultats observés au réglage des « tous » et aux épreuves de classification.

On a procédé à la comparaison des moyennes observées au pré-test et au post-test pour chacune de ces épreuves et pour chacun des groupes (t de Student pour échantillons appariés). Les seuils de probabilité pour chacune des comparaisons pré-test / post-test sont donnés dans le tableau XVIII.

a) Réglage des « tous » : On observe un effet d'apprentissage dans la seule situation Cl. V, aux deux niveaux d'âge considérés.

b) Classifications. Des effets d'apprentissage significatifs sont observés aux deux niveaux d'âge, dans les deux situations expérimentales Cl.P et Cl.V.

TABLEAU XVIII

Réglage des « tous » et classifications : seuils de probabilité pour les comparaisons pré-test / post-test dans chacun des groupes (t de Student).

	Réglage des tous		Classifications	
	4;1 — 5;2	5;3 — 6;4	4;1 — 5;2	5;3 — 6;4
C	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Cl.P	N.S.	N.S.	.05	.01
Cl.V	.01	.01	.01	.01

3. Relations observées au post-test entre acquisition de l'inclusion et réussites aux autres épreuves.

Sur les huit enfants devenus incluants (quatre réponses), six répondent aux quatre questions du réglage des « tous », deux répondent à trois questions. Ces deux sujets appartiennent au groupe Cl.P, mais chacun à un niveau d'âge différent.

Cinq des huit incluants obtiennent pour le moins 8 points (score maximum = 9), aux épreuves de classification; deux sujets obtiennent 7 points, et un autre 6 points. Les scores les plus bas, 7 et 6 points, se trouvent chez les sujets les plus âgés dans le groupe Cl.V.

4. Relation entre acquisition de l'inclusion et performances réalisées au pré-test.

Sur les huit sujets devenus incluants au post-test, trois avaient atteint le réglage des « tous » au pré-test; les cinq autres n'avaient donné que trois réponses.

Sur ces huit incluants, six avaient obtenu au moins 7 points aux épreuves de classification, les deux autres 4 et 5 points (deux sujets du groupe Cl.V âgés de 5;7 et 5;8).

Le nombre des incluants est trop faible pour que nous puissions observer autre chose que des tendances. Un certain niveau préalable

de réussite à ces deux épreuves semble être requis pour que l'exercice des classifications soit efficace en faveur de l'inclusion.

III. — *Résultats observés au post-test à long terme.*

Les huit sujets incluant ainsi que huit sujets du groupe contrôle tirés au hasard ont été soumis de nouveau à l'épreuve de quantification avec contre-suggestion forte, un mois après le premier post-test. Six des huit sujets incluant ont satisfait entièrement à l'épreuve; les deux autres (5;3 - 6;4) ont échoué à la quatrième question d'inclusion. Un des sujets contrôle est devenu incluant.

Discussion

Nous discuterons ici de l'apparente indépendance qui s'est manifestée au post-test entre les effets d'apprentissage, l'âge des sujets et la nature des indices de classification présentés.

I. — *Indépendance entre effets d'apprentissage et âge des sujets.*

Nous avons fait l'hypothèse, nous situant pour cette expérience dans une perspective piagétienne, que les coordinations d'actions de classification, acquises à un certain moment, en s'ajoutant à celles suscitées par l'apprentissage, entraîneraient des gains plus importants chez les sujets plus âgés. L'hypothèse est infirmée : dans les deux groupes d'âge, les réussites sont du même ordre.

Deux observations peuvent apporter des éléments d'explication :

1. Dans les groupes expérimentaux (Cl. P et Cl. V), les moyennes observées au pré-test sont pour le moins aussi élevées chez les sujets les plus jeunes que chez les plus âgés. Cela peut s'expliquer qu'un surcroît identique d'exercice pour les deux niveaux d'âge n'ait pas entraîné de différences quant à l'acquisition de l'inclusion.

2. Dans la situation Cl. P, les erreurs au cours d'apprentissage sont significativement moins importantes chez les sujets plus âgés; or cela n'entraîne pas chez ces sujets des acquisitions d'inclusion (de une à quatre réponses) plus importantes que chez les sujets plus jeunes.

Il semblerait donc que ce qui est acquis en faveur de l'inclusion, à partir des conduites pratiques, le soit très précocement. L'âge qui entraîne vraisemblablement une multiplicité des exercices n'ajouterait rien à l'efficacité des classifications pratiques de 4;1 à 6;4. Un intervalle plus étendu, de 5 à 8 ans par exemple, aurait sans doute fait apparaître des différences plus marquées. On pense que celles-ci auraient été liées davantage à la généralisation des effets d'apprentissage qu'à l'apparition en soi de ces effets. Les tendances observées au post-test permettraient de prévoir un rôle important des indices verbalisés dans cette généralisation. On a remarqué en effet que si le nombre des sujets qui ont donné de une à quatre réponses est pour le moins aussi important entre 4;1 et 5;2, le nombre des incluant (quatre réponses) est plus élevé chez les sujets les plus âgés (six contre deux) et cela surtout dans la situation Cl.V (quatre sujets).

Il paraît vraisemblable de penser que l'exercice pratique des classifications n'est pas seul responsable de la construction de l'inclusion.

II. — *Indépendance entre effets d'apprentissage et indices de classification présentés.*

Quel que soit l'âge des sujets, les acquisitions sont du même ordre, que le classement s'opère au moyen d'indices perceptifs ou d'indices verbalisés. Notre hypothèse est infirmée sur ce point. L'observation des erreurs au cours de l'apprentissage dans chacune des situations expérimentales apporte cependant un correctif à cette apparente indépendance, tout au moins en ce qui concerne la conduite de classification.

L'« étiquette » ou le « télégramme » qui sont donnés à l'enfant pour le contraindre à classer correctement les objets dans un certain nombre de boîtes, ne constituent pas une représentation du critère qui doit être utilisé. C'est véritablement un indice qui doit être déchiffré. Or, il apparaît que l'indice perceptif est plus difficile à déchiffrer par le jeune enfant que l'indice verbal correspondant. Les mots « petit » et « grand » entraînent beaucoup plus rapidement le classement selon la taille que la représentation sur deux « étiquettes » données ensemble⁽³⁾ (devant chacune des deux boîtes proposées) des objets petits et des objets grands. L'enfant pourrait s'en tirer en comparant terme

(3) On rappelle qu'à la première des présentations qui doit conduire à l'utilisation des critères taille et contenus/contenants, les deux cartes sont présentées ensemble devant les deux boîtes correspondantes (cf. annexe 2).

à terme les objets présents et ceux qui sont dessinés. Si sa réussite, quand elle existe, est due à cette correspondance plutôt qu'au déchiffrement du critère, elle s'établit avec beaucoup plus d'erreurs que dans le cas où l'indice verbal est utilisé. Cependant, avec l'âge, les erreurs diminuent dans la situation perceptive. Leur nombre chez les sujets plus âgés n'est plus significativement différent de celui des erreurs observées en situation verbale.

L'indice verbalisé favorise chez les plus jeunes sujets l'appréhension des critères de classification. Chez les sujets plus âgés, l'exercice accru du langage peut alors expliquer en partie la plus grande facilité dans le déchiffrement des indices perceptifs et la quasi-égalité des erreurs dans les deux situations expérimentales.

Cette efficacité de la verbalisation observée au niveau de la conduite pratique de classification suscitée dans l'apprentissage apparaît, au post-test, à l'épreuve du réglage des « tous ». Des gains significatifs sont observés à cet égard dans les seules situations verbales. Il semblerait bien qu'il n'y ait un lien entre la classification pratique et la conduite verbale du réglage des « tous » que dans la mesure où le langage intervient dans la classification.

Aucun transfert de la facilitation verbale ne se fait sentir au niveau de l'inclusion : les effets d'apprentissage y sont du même ordre dans les deux situations expérimentales. On retrouve ici les deux traits saillants qui apparaissent à chaque pas de notre recherche : la solution de continuité mentionnée à maintes reprises entre la coordination verbale de l'extension-compréhension des classes et la quantification de l'inclusion; l'effet pour le moins négatif de l'âge entre 4;1 et 6;4 dans toutes les situations où des schèmes d'action pratiques sont en jeu.

CHAPITRE V

ANALYSE COMPARATIVE DES EFFETS D'APPRENTISSAGE OBSERVÉS A L'ISSUE DES TROIS EXPÉRIENCES

RÔLE DES INDICES PERCEPTIFS, DES VERBALISATIONS ET DE LA MANIPULATION DANS L'ACQUISITION DE L'INCLUSION

Nous rappelons l'hypothèse générale formulée à l'issue de l'introduction et qui constitue la proposition de base de la recherche présentée :

L'intervention des facteurs de perception de langage et d'action peut se révéler différente selon l'âge et selon la démarche cognitive induite par les procédures d'apprentissage.

Dans le but de vérifier cette proposition on procédera en premier lieu à une analyse comparative des effets d'apprentissage observés dans les trois expériences. Les divers entraînements seront comparés quant aux acquisitions d'inclusion qu'ils ont suscitées. La valeur relative de ces acquisitions sera évaluée non seulement quantitativement mais aussi qualitativement : transfert et permanence à long terme.

Les conclusions qui seront apportées, relativement à l'intervention des facteurs étudiés, n'auront de sens que si les acquisitions dues à l'apprentissage sont de même nature que celles des incluant spontanés éliminés au pré-test. Il sera donc procédé, en second lieu à une analyse comparative des acquisitions « provoquées » par les divers entraînements et des acquisitions « spontanées » observées sur l'ensemble des pré-tests recueillis au cours des trois expériences.

I. — Comparaison des résultats observés à l'issue des divers entraînements

On rappelle que la méthodologie générale des apprentissages : distribution des séances d'entraînement, application des épreuves d'évaluation, etc., est identique pour toutes les situations expérimentales (cf. la seconde partie du chapitre I^{er}).

On doit rappeler également que, pour chacune des trois expériences, les groupes contrôle et expérimentaux, constitués par tirage au sort, sont, au pré-test, homogènes quant aux réussites observées aux épreuves autres que la quantification de l'inclusion (cf. tableaux II, IX, XIII). On trouvera ci-après dans le tableau XIX, pour chacune des situations expérimentales comparées, la moyenne d'âge et les moyennes observées au réglage des « tous » et aux épreuves de classification. Pour chacun des niveaux d'âge la différence observée, à chacune de ces épreuves, entre la moyenne la plus élevée et la moyenne la plus faible, est non significative (*t* de Student pour échantillons indépendants).

TABLEAU XIX

*Moyennes observées au pré-test (âge, réglage des « tous », classifications)
dans les différents groupes expérimentaux*

	4;1 — 5;2			5;3 — 6;4		
	m.a.	m.r.	m.c.	m.a.	m.r.	m.c.
CP1	4,7	2,91	5,33	5,9	3,33	5,16
CP2	4,6	2,91	5,16	5,8	3,33	5,16
CP2 + V	4,7	2,91	5,25	5,8	3,50	5,25
CP2 + M	4,7	2,91	5,41	5,8	3,50	5,16
E	4,6	3,08	5,41	5,9	3,41	5,00
C1.P	4,7	3,25	5,66	5,8	3,41	5,10
C1.V	4,7	3,25	5,66	5,9	3,50	5,25

Légende :

m.a. = moyenne des âges,
m.r. = moyenne du réglage des « tous » (score maximal = 4),
m.c. = moyenne des classifications (score maximal = 9).

Afin de permettre la comparaison générale des résultats, les effectifs des groupes E qui s'élevaient à 16 sujets ont été ramenés à 12 sujets (effectif de tous les autres groupes). Pour opérer cette réduction, n'ont été retenus, aux deux niveaux d'âge, dans la situation E que les 12 premiers sujets tirés au hasard lors de la constitution des groupes. Cette réduction explique les différences de moyennes que l'on peut observer en E dans les tableaux IX et XIX d'une part, et les tableaux XI et XX d'autre part.

1. Réussites aux épreuves de quantification de l'inclusion.

On trouvera ci-après, dans le tableau XX, les moyennes obtenues aux quatre questions de quantification par les sujets des 14 situations expérimentales ⁽¹⁾. On a comparé les différences observées au moyen de la méthode de TUKEY; celle-ci permet en effet la comparaison de toutes les différences deux à deux entre les moyennes des groupes, que ces dernières soient ou non prévues par hypothèse [74]. On trouvera dans le tableau XXI les valeurs de q et les seuils de probabilité retenus.

TABLEAU XX

Epreuve de quantification de l'inclusion

Moyennes obtenues par les sujets des 14 groupes expérimentaux
(score maximum = 4; $n = 12$)

	CP1	CP2	CP2 + V	CP2 + M	E	Cl.P	Cl.V
4;1 - 5;2	0,83	2,16	1,50	3	2,50	1,66	1,50
5;3 - 6;4	1,08	3,33	3	1,91	3,83	1,33	1,66

(1) Nous rappelons la signification des sigles utilisés pour dénommer les situations expérimentales :

Constats :

- CP1 = constat perceptif restreint,
- CP2 = constat perceptif élargi,
- CP2+V = CP2 + verbalisations compréhension-extension,
- CP2+M = CP2 + manipulation,
- E = situation didactique.

Exercice des classifications :

- Cl.P = classifications à l'aide d'indices perceptifs,
- Cl.V = classifications à l'aide d'indices verbalisés.

TABLEAU XXI

Valeurs de q (méthode de TUKEY) et seuils de signification

4;1 - 5;2		
E - CP2 + M	$q = 1,5878$	N.S.
E - CP2	$q = 0,7057$	N.S.
E - CP2 + V	$q = 6,3315$	P = .01
C1.V - CP1	$q = 2,8228$	N.S.
C1.P - CP2	$q = 2,1612$	N.S.
C1.P - CP1	$q = 4,4107$	.05 < P < .10
5;3 - 6;4		
E - CP2	$q = 1,5878$	N.S.
E - CP2 + V	$q = 4,4107$	.05 < P < .10
CP2 + V - C1.V	$q = 11,5878$	P = .01
C1.P } - CP2 + M	$q = 2,1612$	N.S.
C1.V }		
C1.P } - CP1	$q = 2,1612$	N.S.
C1.V }		
4;1 - 5;2 - 5;3 - 6;4		
CP2 + M - { CP2 + M	$q = 7,7542$	P = .01
C1.P		
C1.V		
CP2 + M - E	$q = 4,4107$	.05 < P < .10

a) Considérons en premier lieu les résultats observés dans la situation didactique, E, et dans les différents constats concrets élargis, CP2, CP2 + M, CP2 + V.

Les résultats observés en E ne diffèrent pas significativement de ceux observés dans les meilleures situations de constats aux deux niveaux d'âge : CP2 + M et CP2 chez les plus jeunes sujets, CP2 chez les sujets plus âgés.

Il semblerait donc qu'en dehors de tout apport concret, l'entraînement à la verbalisation extension-compréhension, associée à l'explication de l'inclusion, puisse remplacer la manipulation effective d'objets concrets, chez les enfants les plus jeunes, et l'observation de cette manipulation effectuée par l'adulte, chez les enfants plus âgés.

On observe par contre une différence significative des résultats entre les situations E et CP2 + V. On rappelle que du point de vue de la procédure générale, la situation E reprend, en l'absence d'objets

concrets ⁽²⁾, la situation $CP2 + V$, en ajoutant à l'explication extension-compréhension des classes celle de la quantification de l'inclusion. Si l'on appelle « e » cette dernière explication, on peut écrire, du point de vue du contenu des procédures :

$$E = CP2 + V + e.$$

On a d'autre part, du point de vue des résultats observés :

$$\begin{array}{ll} CP2 + M_a > CP2 + V_a & E_{Aa} \cong \frac{CP2 + M_a}{CP2_A} \\ \text{et} & \\ CP2_A \cong CP2 + V_A & E_{Aa} > CP2 + V_{Aa} \end{array} \quad (3)$$

Dans la mesure où l'absence d'objets concrets et de manipulation, effective ou observée, n'entraîne aucune différence significative des résultats entre E et les meilleurs constats concrets, on peut attribuer en grande partie à l'association des deux explications : réglage des « tous » et inclusion, la supériorité de E sur $CP2 + V$, aux deux niveaux d'âge.

b) Comparons maintenant les moyennes observées dans les différents constats (y compris E) avec celles obtenues dans les situations d'exercice des classifications Cl.P et Cl.V. On rappelle que dans ces deux situations, les résultats obtenus sont à la fois indépendants de l'âge et des indices proposés, que ceux-ci soient perceptifs (Cl.P) ou verbalisés (Cl.V).

Dans l'échantillon des sujets âgés de 4;1 à 5;2, les moyennes observées en Cl.V et $CP2 + V$ sont strictement les mêmes : l'une et l'autre ne diffèrent pas significativement de la moyenne CP2, non plus que de la moyenne CP1. La moyenne Cl.P est du même ordre que les moyennes Cl.V et $CP2 + V$, mais elle diffère par contre significativement de la moyenne CP1. On sait que c'est également le cas de CP2 (cf. Tableaux VI et VII).

Il semble que l'efficacité des exercices de classification soit, chez les sujets plus jeunes, du même ordre que celle des constats les moins favorables. Cependant, CP2 et Cl.P, qui introduisent un renforcement des indices perceptifs, pourraient se révéler plus efficaces quant à

(2) Nous rappelons que les objets dessinés au tableau dans la situation E sont ceux qui sont utilisés concrètement et dans les mêmes dispositions spatiales en CP2, $CP2+M$ et $CP2+V$.

(3) L'indice a indique le niveau d'âge 4;1-5;2, l'indice A le niveau d'âge 5;3-6;4.

l'inclusion que CP2 + V et Cl.V qui font appel à la verbalisation de ces mêmes indices : c'est du moins la tendance observée.

Dans l'échantillon des sujets âgés de 5;3 à 6;4, aucune différence significative n'est observée entre les moyennes Cl.P, Cl.V et CP2 + M (constat perceptif associé à la manipulation). Cependant, la comparaison avec la moyenne du constat restreint CP1 établit une différence. Seule la moyenne CP2 + M est significativement plus élevée que celle de CP1 qui est, nous le rappelons, la procédure de constat la moins efficace. Par ailleurs, les acquisitions enregistrées en Cl.P, Cl.V et CP2 + M sont toutes significativement inférieures à celles observées en CP2 (constat élargi).

Ainsi, à ce niveau d'âge, l'introduction de la manipulation effective du sujet semble réduire les acquisitions d'inclusion, quelle que soit la procédure dans laquelle cette manipulation intervient. La réduction est cependant plus faible dans la situation de constat élargi.

Si l'on compare maintenant entre les deux échantillons d'âge les situations où intervient la manipulation, on s'aperçoit que CP2 + M (4;1 - 5;2) l'emporte significativement sur toutes les autres situations qui mettent en œuvre la manipulation, aux deux niveaux d'âge.

c) L'observation du tableau XXII permet d'affiner les comparaisons que nous venons d'effectuer. On y trouve, pour chacune des 14 situations expérimentales, l'effectif des sujets qui ont acquis pour le moins une bonne réponse, et celui des sujets qui, parmi ces derniers, ont répondu à quatre questions.

Dans l'un et l'autre des échantillons d'âge, considérons dans ce tableau les meilleures situations d'apprentissage, c'est-à-dire CP2 + M, E et CP2 chez les plus jeunes sujets; E, CP2 et CP2 + V chez les sujets plus âgés. On remarque, pour ces situations et quel que soit l'âge, que l'effectif important des sujets qui donnent pour le moins une réponse est sensiblement le même (10 à 12 sujets). C'est au niveau de l'effectif des sujets qui généralisent l'acquisition que se situent les différences significatives constatées dans le tableau XXI. Ainsi, entre CP2 et CP2 + M dans l'échantillon 4;1 - 5;2, entre Cl.V et E dans l'échantillon 5;3 - 6;4.

On remarque de plus que si aucune différence significative n'a été observée dans ce dernier échantillon entre CP2 et E, la généralisation des acquisitions tend à être plus importante dans la situation E. C'est au niveau également de la généralisation à quatre questions que peu-

TABLEAU XXII

Répartition de l'effectif de 12 sujets dans chaque situation expérimentale, selon le nombre de réponses données aux quatre questions de quantification : soit une réponse correcte pour le moins, soit quatre réponses correctes

	4;1 - 5;2		5;3 - 6;4	
	≥ 1	$= 4$	≥ 1	$= 4$
CP1	5	1	7	0
CP2	11	3	12	6
CP2 + V	7	1	11	7
CP2 + M	11	6	8	4
E	10	4	12	10
C1.P	8	1	7	2
C1.V	9	1	7	4

Légende :

Pour la première ligne CP1 (4;1-5;2), le tableau se lit ainsi : 5 sujets ont acquis pour le moins une bonne réponse; parmi ces 5 sujets, un seul a répondu aux quatre questions.

vent s'expliquer les différences observées entre les deux échantillons d'âge dans les situations CP2, CP2 + V et E; mais c'est au double niveau de l'acquisition et de la généralisation que l'on peut situer la différence significative entre CP2 + M (4;1 - 5;2) et CP2 + M (5;3 - 6;4) qui est au profit de CP2 + M (4;1 - 5;2). Il est également intéressant de noter que la répartition de l'effectif est quasi la même entre CP2 + M (4;1 - 5;2) et CP2 + V (5;3 - 6;4).

Ces observations réalisées à partir du tableau XXII ne modifient en rien les hiérarchisations établies à partir du tableau XXI. Elles permettent seulement de les préciser en ce qui concerne l'acquisition en soi et la généralisation.

2. Relations suivant les situations d'apprentissage entre l'acquisition de l'inclusion (critère de 4 réponses) et les performances réalisées au pré-test.

Nous reprenons ici, en les comparant, les observations qui ont été présentées à cet égard à l'issue des trois expériences.

Dans les situations de constats concrets pour les deux échantillons d'âge, les acquisitions des 28 sujets incluant sont indépendantes du

réglage des « tous » atteint au pré-test. Elles le sont aussi des réussites aux épreuves de classification, sauf en CP2 + M pour les deux niveaux d'âge (cf. Chapitre II).

Dans la situation didactique (E), les acquisitions des 14 sujets incluant sont indépendantes des performances réalisées au pré-test à l'épreuve du réglage des « tous » et à celles des classifications (cf. Chapitre III).

Dans l'exercice des remaniements des classifications, les tendances observées en ce qui concerne les huit sujets incluant, témoigneraient d'une certaine indépendance à l'égard du réglage préalable des « tous »; une certaine liaison semble exister par contre entre inclusion et niveaux préalables de classifications, quel que soit l'âge des sujets.

La liaison présumée entre l'acquisition des quatre réponses d'inclusion et les niveaux atteints aux épreuves de classification du pré-test apparaît dans les seuls cas où la manipulation intervient, quelle que soit la procédure qui met en œuvre cette manipulation.

La comparaison des écarts entre performances réalisées au pré-test et acquisitions de l'inclusion au post-test modifie très peu la hiérarchie des procédures établies ci-dessus au paragraphe I. Dans l'échantillon 4;1 - 5;2, elle donne un léger désavantage aux situations Cl.P et Cl.V par rapport à CP2 + V dont les effets sont indépendants des niveaux préalables; elle désavantage également pour cette raison CP2 + M par rapport à E. Par contre, entre 5;3 et 6;4, rien n'est changé; les situations Cl.P, Cl.V et CP2 + M occupent toujours conjointement après CP1 le rang le plus bas.

3. *Comparaison, selon les situations expérimentales, des réussites observées aux épreuves de classification verbale et pratique du post-test.*

a) *Réglage des « tous ».*

Nous n'avons retenu que les situations expérimentales où des effets significatifs d'apprentissage ont été observés dans cette épreuve entre pré-tests et post-tests. Sont exclues, de ce fait, les situations CP1, CP2 + V et Cl.P aux deux niveaux d'âge (cf. Chapitre II, Tableau VIII et Chapitre IV, Tableau XVIII).

On trouvera dans le Tableau XXIII les totaux et les moyennes des réponses pour chacun des groupes retenus.

Les différences observées sont minimales dans l'échantillon 4;1 - 5;2 et quasi nulles chez les sujets âgés de 5;3 à 6;4.

TABLEAU XXIII

Réglage des « tous » - Total et moyenne des points obtenus au post-test dans les groupes où des effets d'apprentissage ont été observés à cette épreuve entre pré- et post-test.

	CP2	CP2 + M	E	C1.V
4;1 - 5;2	42 $m = 3,50$	42 $m = 3,50$	45 $m = 3,75$	45 $m = 3,75$
5;3 - 6;4	47 $m = 3,91$	48 $m = 4,00$	47 $m = 3,91$	48 $m = 4,00$

$n = 12$; score maximal = 4 points.

Total attendu dans chaque groupe : 4 points $\times$ 12 = 48 points

Les effets d'apprentissage sur le réglage des « tous » observés au post-test, tendent à être du même ordre quel que soit l'entraînement qui les a provoqués et l'âge des sujets.

b) *Epreuves de classification.*

Les seules situations où les effets significatifs d'apprentissage ont été observés entre pré-tests et post-test ont été retenues. Sont exclues ainsi CP1 (4;1 - 5;2) et CP2 + V aux deux niveaux d'âge (cf. chapitre II, tableau VIII). On trouvera ci-après dans le tableau XXIV les totaux et les moyennes observés dans chacun des groupes considérés. On a procédé à la comparaison des moyennes (méthode de TUKEY). Aucune

TABLEAU XXIV

Epreuves de classification : total et moyenne des points observés au post-test dans les différents groupes
($n = 12$; score maximal pour un sujet : 9)

	CP2	CP2 + M	E	C1.P	C1.V
4;1 - 5;2	89 $m = 7,41$	90 $m = 7,50$	79 $m = 6,58$	84 $m = 7,00$	89 $m = 7,41$
5;3 - 6;4	98 $m = 8,16$	87 $m = 7,25$	92 $m = 7,66$	92 $m = 7,66$	89 $m = 7,41$

différence significative n'apparaît entre les situations expérimentales à chaque niveau d'âge. Les seules différences observées opposent les niveaux d'âge en CP2 ($q = 4,66$; $P = .05$) et E ($q = 4,03$; $P = .05$) où les effets d'apprentissage sont plus importants chez les sujets plus âgés.

c) *Inclusion, réglage des « tous » et classifications, au post-test.*

Tous les incluants qui ont donné quatre réponses de quantification (50 sujets) ont répondu aux quatre questions du réglage des « tous » sauf deux sujets en Cl.V et Cl.P.

Dans les situations de constats, tous les incluants atteignent pour le moins le score de 8 points sur 9 aux épreuves de classification, sauf en CP2 + V aux deux niveaux d'âge où la moyenne des points obtenus par les incluants s'élève à 5. Sur les huit incluants des situations de classification Cl.P et Cl.V, cinq ont obtenu huit points pour le moins, les trois autres atteignant 6 et 7 points.

Si l'on considère à part l'épreuve d'intersection, on s'aperçoit que celle-ci accompagne toujours l'inclusion chez les sujets du groupe 5;3 - 6;4, sauf en CP2 + V et en Cl.V. Chez les sujets âgés de 4;1 à 5;2, l'association inclusion-intersection n'est quasi-constante que dans les entraînements les plus efficaces CP2, E et CP2 + M.

4. *Comparaison, selon les situations expérimentales, des résultats observés au post-test à long terme.*

Nous rappelons ici pour les comparer, les résultats observés au post-test à long terme, donné un mois après le premier post-test dans chacune des trois expériences. Ce second post-test est constitué par une reprise des quatre questions d'inclusion avec renforcement de la contre-suggestion.

Les 37 enfants⁽⁴⁾ devenus incluants (4 réponses) à l'issue des entraînements poursuivis dans le cadre général d'un constat (constats avec objets et enseignement) demeurent incluants un mois après l'acquisition et résistent à la contre-suggestion. Sur les huit sujets devenus incluants à la suite des exercices de classification, deux échouent à la quatrième question du post-test à long terme.

(4) On rappelle que sur le total des 42 incluants (constats), cinq sujets ont quitté l'école avant le second post-test.

La différence des effectifs est telle qu'on ne peut tirer une conclusion significative de ces deux échecs partiels. Il semble que l'acquisition des quatre réponses d'inclusion soit une acquisition stable, quelle que soit la procédure qui la provoque.

Il est remarquable que ce soient toujours les mêmes procédures qui soient pénalisées à l'issue des comparaisons conduites ci-dessus aux paragraphes 2, 3 et 4. Ces procédures sont celles mises en œuvre dans les situations Cl.P, Cl.V, CP2 + V et CP2 + M. Les différences constatées ne changent rien à la hiérarchie des apprentissages établis au paragraphe 1, en ce qui concerne Cl.P, Cl.V et CP2 + V au niveau d'âge 4;1 - 5;2 et Cl.P, Cl.V et CP2 + M au niveau d'âge 5;3 - 6;4. Seules sont réellement pénalisées les procédures CP2 + V (5;3 - 6;4) et, à un bien moindre degré, CP2 + M (4;1 - 5;2). Nous conserverons donc, pour la discussion, la hiérarchie établie à propos des acquisitions de quantification de l'inclusion, en gardant toutefois à l'esprit les restrictions apportées à l'efficacité des deux procédures mentionnées ci-dessus.

II. — Acquisitions spontanées et acquisitions provoquées

On résumera, en premier lieu, les acquisitions spontanées évaluées à partir de 350 pré-tests; en second lieu, on comparera celles-ci aux acquisitions dues à l'apprentissage telles qu'elles apparaissent au post-test dans tous les groupes expérimentaux à l'exclusion de CP1 (152 post-tests).

1. Les acquisitions spontanées.

a) *La quantification de l'inclusion.* Sur 168 enfants âgés de 4;1 à 5;2 on a observé trois incluant (1 %) et 23 incluant partiels (14 %); sur 182 enfants âgés de 5;3 à 6;4 : huit incluant (4 %) et 28 incluant partiels (15 %).

b) *Réglage des tous.* Sur 350 sujets, 47 % atteignent le réglage des tous : 35 % des plus jeunes ($n = 168$) et 58 % des plus âgés ($n = 182$). La différence est significative ($\chi^2 = 20,63$; $P = .01$) ⁽⁵⁾.

(5) Aucune différence significative n'a été observée concernant l'ordre de difficulté des quatre questions. Le sens A/B ou B/A des questions, pas plus que la présentation du matériel n'interviennent.

c) *Remaniements de classifications*. 13 % des 350 sujets obtiennent 7 points (score maximal) et 49 % obtiennent 6 et 7 points : 60 % des plus jeunes contre 40 % des plus âgés ($\chi^2 = 17,32$; $P = .01$).

d) *Intersection*. L'intersection (justifiée ou non) est atteinte par 34 % des sujets les plus jeunes et 40 % des sujets plus âgés (N.S.).

e) *Relations entre inclusion, réglage des « tous » et classifications*. Les onze sujets incluant ont répondu correctement au réglage des « tous »; c'est également le fait de 21 des 51 incluant partiels (soit 41 %). Quatre des onze incluant obtiennent le score maximal de 8-9 points à l'ensemble des épreuves de classifications; 16 des 51 incluant partiels (soit 31 %) obtiennent au plus 7 points.

2. Comparaison entre acquisitions spontanées et provoquées.

Sur l'ensemble des 152 sujets soumis aux divers entraînements (à l'exclusion de CP1), 78 % atteignent le réglage des tous, 59 % le score maximal (7 points) aux classifications dans les cerceaux et 59 % réussissent l'intersection justifiée. Ces pourcentages sont supérieurs à ceux observés aux pré-tests en ce qui concerne le réglage des tous, le score maximal des classifications et l'intersection justifiée (différences significatives à .01 au test du χ^2). La différence liée à l'âge n'est plus significative qu'en ce qui concerne les classifications et l'intersection, et cela au bénéfice des plus âgés, au contraire de ce qui a été observé sur l'ensemble des pré-tests.

Les cinquante sujets qui ont atteint l'inclusion (quatre réponses) après les divers apprentissages ont répondu correctement aux quatre questions du réglage des « tous » à quatre exceptions près (trois réponses). Les 33 sujets devenus incluant à la suite des apprentissages CP2, CP2 + M et E ont obtenu le score maximal (8-9) aux épreuves de classification (intersection comprise).

Sur les 75 incluant partiels 64 % atteignent le réglage des « tous » (contre 41 % des incluant partiels spontanés) et 57 % obtiennent pour le moins 7 points à l'ensemble des épreuves de classifications (contre 31 % des incluant partiels spontanés).

Il semble bien que les divers apprentissages régularisent les conduites verbales et pratiques de classification, en ce qui concerne particulièrement le réglage des « tous » chez les plus jeunes et les classifications pratiques chez les plus âgés.

Il apparaît très nettement que les acquisitions d'inclusion provoquées par les divers apprentissages sont pour le moins aussi « opératoires » que les acquisitions spontanées. La qualité logique de ces acquisitions provoquées s'avère sensiblement du même ordre, quelle que soit la procédure; les situations de constats CP2 et E sont toutefois plus satisfaisantes en ce qui concerne l'indépendance à l'égard des acquisitions antérieures, la généralisation et le transfert aux épreuves de classifications du post-test.

A l'instar de LASRY et LAURENDEAU [36], nous ne pouvons affirmer le caractère opératoire de ces acquisitions, faute de critères sérieux d'opérativité (cf. Introduction). Mais les précautions prises (justifications, contre-suggestions, permanence à long terme, etc.) permettent d'assurer qu'il ne s'agit pas de réponses isolées, « intuitives ». Les enfants ont découvert, semble-t-il, une « nécessité » logique⁽⁶⁾. On a vu par ailleurs apparaître chez 20 sujets incluant et incluant partiels une justification différente de celle qui est habituellement observée chez les incluant spontanés et « provoqués » : « plus de bleus que de ronds parce qu'il y a les carrés en plus » au lieu de « ... parce que les carrés sont aussi des bleus ». Il semble que l'usage de la première de ces justifications marque un progrès « logique » par rapport à la seconde.

Ceci étant établi, on peut discuter de l'intervention des indices perceptifs, des verbalisations et de la manipulation, dans l'acquisition de ces raisonnements logiques, selon l'âge et selon les diverses procédures mises en œuvre.

Pour faciliter la discussion, nous résumons dans le tableau XXV les résultats des comparaisons effectuées. Les formalisations utilisées tiennent compte à la fois des tendances et des différences significatives observées. Le signe $\simeq$ indique une différence non significative, au bénéfice de la situation symbolisée à sa droite. Le signe $<$ rend compte, par contre, d'une différence significative. La parenthèse : {, de la formalisation I signifie que les signes $\simeq$ et $<$ placés à sa droite s'appliquent à l'ensemble des situations expérimentales placées à sa gauche.

(6) Nous citons le cas de deux enfants particulièrement satisfait d'avoir découvert cette « nécessité », qui ont annoncé à leur maîtresse : « J'ai compris, j'ai compris ... il y a plus d'enfants que de petits garçons, plus d'autos que de 2 CV, plus de jouets que de ballons ... » et qui ont cherché des exemples d'inclusion pendant plusieurs jours.

TABLEAU XXV

*Efficacité comparée des diverses situations expérimentales
quant à l'acquisition de l'inclusion (7)*

I) 4;1 - 5;2

	$<$	C1.P	}		$\cong$	CP2	$<$
CP1							CP2 + M
		$\cong$					
		$CP2 \cong$					
		$CP2 + V$					
						$<$	$E \cong$

II) 5;3 - 6;4

	$<$	CP2 + M	}		$\cong$	CP2	$\cong$
CP1							E
		$\cong$					
		$C1.P \cong$					
		$C1.V$					
						$<$	$CP2 + V$

III) 4;1 - 5;2 - 5;3 - 6;4

(a)
(A)

	$<$	$CP2 + M_{(A)}$	}		$\cong$	$CP2_{(A)}$	$\cong$
$C1.P_{(Aa)}$							$E_{(a)}$
		$\cong$					
		$CP2 + V_{(Aa)}$					
		$=$					
		$CP2 + V_{(a)}$					
						$<$	$CP2 + V_{(A)}$
							$E_{(A)}$

Discussion

I. — *Efficacité comparée des procédures d'apprentissage.*

On rappelle que des effets d'apprentissage ont été observés dans toutes les situations expérimentales, sauf dans le constat restreint CP1 chez les enfants âgés de 4;1 à 5;2. Il semble donc bien établi que l'acquisition de l'inclusion puisse s'effectuer, quel que soit l'âge, entre 4;1 et 6;4, au moyen de démarches cognitives diverses. Sont ainsi

(7) Nous rappelons que la signification des sigles utilisés est donnée au début de ce Chapitre V.

La formalisation III résume les comparaisons entre les situations expérimentales aux deux niveaux d'âge :

(a) renvoie à l'échantillon des sujets âgés de 4;1 à 5;2;

(A) renvoie à l'échantillon 5;3 - 6;4;

(Aa) renvoie à une quasi-égalité des résultats aux deux niveaux d'âge pour la même situation expérimentale.

confirmés à la fois les résultats de la troisième recherche de MORF (exercices opératoires des schèmes de classification) et ceux de KOHN-STAMM et de LASRY (apprentissage empirico-didactiques).

Les comparaisons qui ont été effectuées précédemment et dont les résultats sont résumés ci-dessus dans le Tableau XXV apportent un élément nouveau d'appréciation. Ce sont les constats élargis qui, aux deux niveaux d'âge et quel que soit le cadre concret ou didactique dans lequel ils se situent, conduisent aux effets d'apprentissage les plus importants. L'exercice des remaniements de classifications pratiques se place, aux deux niveaux d'âge considérés et quelles que soient les variations introduites, Cl.P et Cl.V, parmi les apprentissages de l'inclusion les moins efficaces. Cette moindre efficacité apparaît à la fois aux niveaux quantitatif et qualitatif des acquisitions (total des réponses, dépendance des niveaux antérieurs et généralisation à quatre réponses). Seuls les entraînements au constat de la supériorité de la classe emboîtante dans un cadre didactique (E) provoquent, aux deux niveaux d'âge, les acquisitions les plus satisfaisantes à tous égards.

Cet état de faits trouve paradoxalement une explication dans les observations de PIAGET et SZEMINSKA [70], PIAGET et INHELDER [66], concernant le deuxième stade du développement de l'inclusion. Au cours de ce stade, que les auteurs piagétiens ont appelé « *iptuitif* », les enfants parviennent à donner des réponses correctes après une visualisation laborieuse des classes à comparer⁽⁸⁾. Les organisations cognitives qui sont en cause ici s'avèrent être un terrain très favorable à l'acquisition de la notion. Elles constituent dans les expériences d'INHELDER, SINCLAIR et BOVET [28], un bon niveau de départ (pré-test) et un niveau d'acquisition (post-test). Or, les multiples comparaisons mises en œuvre dans les procédures de constats élargis exercent au maximum les organisations cognitives de ce stade, et favorisent les décentrations nécessaires. La centration sur l'extension de la classe emboîtante arrache l'enfant à l'excessive prégnance des aspects singuliers des stimuli constitués par les extensions des sous-classes. La mobilité ainsi exercée est bien plus spécifique, quant à la relation d'inclusion, que celle qui sous-tend les remaniements de classifications. C'est vraisemblablement la raison pour laquelle entre 4 et 6 ans environ, l'entraînement direct au fonctionnement de la « *structure* » d'inclusion se révèle plus efficace que le seul exercice des schèmes

(8) Les sujets apparentés à ce stade que nous avons observés n'ont jamais donné de justifications. La difficulté de leur attribuer un statut nous a contraint à les éliminer, à la fois au pré-test et au post-test.

pré-opératoires de classifications. Cet entraînement à la « structure » est d'ailleurs ajouté à celui des schèmes de classifications, dans l'apprentissage d'INHELDER et al. Il semble également que la démarche d'observation liée à la connotation verbale des situations perceptives soit plus naturelle à cet âge que celle des manipulations de classification. L'étude de l'inclusion spontanée réalisée à partir des pré-tests montre, entre 4 et 6 ans, une régression très nette des réussites aux épreuves de classifications successives. Cette répression atteint un point assez bas au moment où les réussites partielles et totales à la quantification de l'inclusion sont, entre 5;3 et 6;4 à leur point le plus haut. Cela expliquerait d'ailleurs la supériorité des résultats chez les sujets âgés de 5;3 à 6;4 dans toutes les situations de constats, sauf dans celles où intervient la manipulation (CP2 + M).

On pourrait cependant mettre en doute la supériorité intrinsèque des situations de constats en invoquant l'utilisation du « questionnaire » qu'elles entraînent nécessairement, alors que celui-ci est absent des exercices de classifications. Des études récentes ont en effet montré le rôle important des questions, et donc du langage, dans la réorganisation des acquisitions antérieures en vue d'une réponse mieux adaptée [WINNYKAMEN, 96]. La supériorité des constats est-elle redevable à ce facteur ?

Il apparaît très nettement à l'examen du Tableau XXV que certaines situations de constats conduisent à des résultats du même ordre que ceux observés dans les exercices de classifications Cl.P et Cl.V. La tendance à ce sujet est beaucoup plus marquée chez les enfants âgés de 4;1 à 5;2, où seuls les entraînements E et CP2 + M l'emportent significativement sur Cl.P et Cl.V. Les acquisitions partielles y sont d'ailleurs sensiblement les mêmes, la différence intervenant à propos de la généralisation à quatre questions. Chez les sujets plus âgés, la procédure de constats CP2 + M est équivalente, du point de vue des acquisitions observées, aux procédures de classifications Cl.P et Cl.V.

Il ne semble donc pas que le questionnaire puisse être un facteur déterminant de la supériorité des constats. Il constitue d'ailleurs la méthodologie même de la démarche induite, en provoquant et orientant l'attention de l'enfant; c'est aussi le cas des indications verbales données au cours des exercices de classifications qui provoquent et orientent le remaniement des critères.

Le problème n'est pas tant d'ailleurs d'établir la supériorité d'une démarche sur l'autre que de savoir quelle stratégie est utilisée réelle-

ment à tel moment du développement. Or, s'il est un fait qu'aux deux niveaux d'âge les situations les plus rentables sont celles de constats, il faut retenir deux indications importantes :

— d'une part, les exercices de classification sont aussi efficaces que certains constats qui font intervenir les indices perceptifs et la verbalisation chez les sujets les plus jeunes et la manipulation chez les sujets les plus âgés;

— d'autre part, ces exercices de classifications mettent constamment en œuvre la manipulation aux deux niveaux d'âge.

On est conduite alors à penser que les analogies et les différences d'efficacité constatées dans le Tableau XXV *tiendraient moins aux démarches cognitives induites par les procédures qu'à l'intervention, selon l'âge, des facteurs de perception de langage et d'action indépendamment de la procédure mise en œuvre.*

II. — *Intervention des indices perceptifs des données verbales et de la manipulation.*

1. *Les indices perceptifs.*

Toutes les situations de constats élargis donnent des résultats supérieurs à ceux observés dans les constats restreints. La multiplicité des indices perceptifs constitue donc un facteur déterminant dans l'acquisition de l'inclusion à partir d'une procédure de constats.

On rappelle que les exercices de classifications Cl.P et Cl.V s'opèrent sur le matériel utilisé dans les constats élargis. Il manque donc un chaînon à l'ensemble de nos situations expérimentales : celui d'un exercice de classifications à partir du matériel moins complexe qui est utilisé dans le constat restreint CP1. Vraisemblablement, les résultats obtenus dans ce cas auraient été inférieurs à ceux qui ont été observés en Cl.P et Cl.V avec un matériel plus riche. Soulignons que, parmi les procédures de classifications, seule Cl.P (indice perceptif) au niveau d'âge 4;1 - 5;2 donne des résultats significativement supérieurs à ceux observés dans le constat restreint CP1. Par contre, au même niveau d'âge, seule la situation de constat élargi CP2 + V donne des résultats du même ordre que ceux observés en CP1.

Par rapport à une situation de restriction, il ne semble pas que la complexité du donné perçu joue à tout coup en faveur de l'inclusion. Son efficacité est réduite chez les sujets les plus âgés dans les exer-

cices de classification où la manipulation est toujours présente. Elle est réduite chez les sujets les plus jeunes dans le constat élargi lorsque celui-ci est associé à la connotation⁽⁹⁾ verbale des indices proposés.

La richesse et la complexité des situations perceptives constituent indubitablement un facteur favorisant l'acquisition de l'inclusion. Mais la structuration par le sujet des indices perçus reste assujettie, selon l'âge, à l'intervention des activités verbales et pratiques.

2. Les données verbales.

L'étude du rôle du langage est conduite à partir des résultats observés dans trois situations expérimentales : Cl.V (classifications) avec indices verbalisés, CP2 + V (constat élargi associé à la verbalisation extension-compréhension), E (entraînement didactique).

Les données verbales qui interviennent sont de deux sortes :

1) la dénotation des indices perceptifs des classes qui apparaît dans toutes les procédures au moment de la présentation du matériel : « Montre-moi les perles, les perles rouges... », etc.

2) la connotation des configurations perceptives qui s'applique à trois niveaux :

— connotation des indices des classes : « Plus de perles rouges ou plus de perles ? Plus de perles jaunes ou plus de perles ? » (I);

— connotation des relations extension-compréhension ou réglage des « tous » qui est une analyse verbale des ressemblances et des différences et de leur relation (R);

— connotation de la quantification de l'inclusion ou explication de la relation : « Il y a plus de perles que de perles rouges parce qu'il y a les perles jaunes en plus... » (Q).

L'intervention des données verbales dans les trois procédures citées est définie comme suit :

Cl.V : dénotation + connotation (I) ⁽¹⁰⁾

CP2 + V : dénotation + connotation (R)

E : dénotation + connotation (R) + connotation (Q)

(9) Nous appelons connotation toute extension de la verbalisation qui introduit une structuration du donné perceptif au-delà de la simple dénotation.

(10) En Cl.V interviennent tantôt la dénotation : « boîtes », « sacs », etc., tantôt la connotation : « les objets qui peuvent en contenir d'autres », à propos de ces mêmes « boîtes », « sacs », etc... La dénotation introduite en Cl.V constitue d'ailleurs toujours une redondance par rapport à la dénotation des stimuli de la phase de familiarisation du matériel.

Les comparaisons effectuées (cf. Tableau XXV) mettent en évidence deux faits importants :

1) En ce qui concerne l'inclusion — et non les classifications — les connotations verbales (I) et (R) n'ajoutent rien à l'efficacité des seules données perceptives. Ainsi, aux deux niveaux d'âge, on observe : $CP2 + V \simeq CP2$ et $Cl.V \simeq Cl.P$.

On sait cependant que chez les sujets les plus jeunes, les réussites des classifications sont augmentées par la verbalisation des indices des classes introduites en Cl.V, cet effet se transférant au « réglage des tous » et non à la quantification de l'inclusion. On sait également que le réglage des « tous » est atteint spontanément par 36 % des enfants de 4 à 5 ans.

Les dénотations et connotations verbales des indices perceptifs des classes d'objets paraissent jouer un rôle important et précoce dans le développement de la conduite de classification. Dans la mesure où les acquisitions d'inclusion observées aux deux niveaux d'âge en Cl.P, Cl.V et $CP2 + M$ dépendent d'un certain niveau de réussite aux épreuves de classifications du pré-test, ces acquisitions dépendraient en partie de l'incidence des dénотations et connotations verbales sur le développement des classifications.

Par contre, les résultats observés en $CP2 + V$ seraient liés davantage au constat élargi CP2 impliqué dans la situation expérimentale qu'au renforcement verbal de cette situation : aux deux niveaux d'âge, les effets d'apprentissage sont sensiblement identiques en $CP2 + V$ et CP2. On rappelle que la situation $CP2 + V_{Aa}$ partage avec la situation $Cl.P_{Aa}$ la caractéristique négative d'un non-transfert, au post-test, des acquisitions d'inclusion sur le réglage des « tous ». L'atteinte de ce réglage verbal ne pourrait s'effectuer à partir de la seule manipulation de classification (Cl.P), ni à partir du seul langage en dehors de cette manipulation ($CP2 + V$) ; ce réglage exigerait l'une et l'autre (Cl.V). Le réglage des « tous » marquerait l'aboutissement de l'apport de la manipulation dans un contexte d'exercice du langage. Il semble être l'amorce d'un changement de circuit cognitif qui rendrait la manipulation moins nécessaire.

2) L'explication verbale de l'inclusion (Q) associée aux dénотations des stimuli et au réglage des « tous » (I) et (R) entraîne à tous les âges des acquisitions d'inclusion supérieures à celles qui pourraient être dues aux seules dénотations et connotations (I) et (R).

Devant un ensemble de perles rouges et vertes, un enfant non incluant à qui l'on demande de montrer les perles après qu'il ait montré les perles vertes, désignera les perles rouges, et non l'ensemble des perles. En dehors de toute question de quantification, la dénomination et la signification d'un concept simple ne sont pas stables chez le jeune enfant : les perles représentent tantôt « toutes les perles », tantôt seulement les « vertes » ou uniquement les « rouges ».

La dénomination des stimuli que représentent les classes est impuissante à corriger cette défaillance que l'on peut situer au double niveau perceptif et verbal. Le réglage des « tous » qui constitue une redondance de la simple dénotation n'ajoute rien à cet égard (CP2 + V). Mais il semble bien que l'explication de l'inclusion associée à la dénotation des classes d'objets et au réglage des « tous », à partir d'une situation perceptive faiblement renforcée, puisse stabiliser la dénomination et la signification du concept dans la configuration donnée. Cette stabilisation peut alors permettre une comparaison efficace entre classe et sous-classe.

Toute proportion gardée, des résultats analogues en faveur de la conservation sont obtenus dans l'expérience de SULLIVAN [87]. L'explication des « principes » de la conservation, associée à celle de la situation perceptive représentée est plus efficace à long terme que la seule explication de la situation perçue. Un circuit qui fait intervenir la connotation verbale maximale d'une situation perceptive modérément renforcée, en dehors de la présence et de la manipulation d'objets concrets, s'avère donc efficacement utilisable par l'enfant entre 4;1 et 6;4.

En ce qui concerne l'inclusion, il ressort des constatations précédentes que le langage pourrait jouer vraisemblablement à deux moments de son développement :

Il augmenterait très précocement la mobilité des classifications élémentaires en introduisant une prise de distance à l'égard des données immédiates de la perception. Ce rôle se répercuterait à la fois sur l'acquisition de l'inclusion, dans la mesure où l'exercice fonctionnel des classifications conduit à la notion, et sur le réglage des « tous » qui marquerait moins un pas vers l'inclusion que vers un changement des stratégies cognitives du sujet. Ces répercussions ne semblent pas augmenter avec l'âge entre 4;1 et 6;4.

Plus tardivement, il jouerait en tant que porteur de signification, en assurant l'invariance de la supériorité quantitative de la classe emboîtante. Si ce second rôle augmente avec l'âge, entre 4;1 et 6;4,

il n'en reste pas moins qu'une connotation verbale maximale des données perceptives (E) transmise par l'adulte provoque chez les plus jeunes sujets les mêmes effets d'apprentissage que la manipulation des supports matériels des classes ($CP2 + M$).

3. La manipulation.

Les effets de la manipulation dans l'acquisition de l'inclusion apparaissent particulièrement nets à l'issue des comparaisons effectuées dans ce chapitre. Dans toutes les situations Cl.P, Cl.V, $CP2 + M$, où la manipulation intervient, deux constantes sont observées :

- 1) les acquisitions des sujets les plus jeunes sont *pour le moins* du même ordre que celles des sujets plus âgés;
- 2) les acquisitions des sujets les plus âgés sont *inférieures* à celles observées dans les situations sans manipulation.

Il semble bien qu'entre 4;1 et 5;2, l'enfant qui manipule les objets ou les supports matériels des classes d'objets soit capable de coordonner à la fois ses actions et le résultat de celles-ci. Cette capacité de coordination n'augmente pas avec l'âge dans les situations de classification (Cl.P et Cl.V) et diminue fortement avec celui-ci dans le cadre du constat élargi ($CP2 + M_{(a)} > CP2 + M_{(A)}$). Elles réapparaît chez le sujet plus âgé, lorsqu'il ne manipule plus lui-même mais observe la manipulation d'autrui ($CP2_A > CP2 + M_{(A)}$). Dans ce cas, il est plus sensible que l'enfant plus jeune aux séquences objectives où succession d'actions et résultats sont coordonnées ($CP2_{(A)} > CP2_{(a)}$). Le rôle de la manipulation paraît donc limité dans le temps. Il s'exerce sur les enfants de notre échantillon âgés de 4;1 à 5;2.

A ce niveau d'âge, la structuration par l'action pratique du donné perceptif se manifeste au niveau des acquisitions partielles (une à trois réponses) dans les exercices de classifications, et au niveau des acquisitions et de leur généralisation (quatre réponses) dans la situation de constat $CP2 + M$. L'action « physique » sur les supports matériels des classes s'avère alors plus efficace que l'action « mixte »⁽¹¹⁾ à la fois physique et logico-mathématique qui intervient dans les remaniements

(11) Référence aux distinctions faites par PIAGET entre les actions du type I dites physiques (exemple : déplacer spatialement des objets), les actions de type II ou logico-mathématiques (classer des objets visuellement sans les déplacer) et les actions mixtes qui tiennent de l'une et de l'autre (cf. Introduction, II).

de classification. Entre 5;3 et 6;4, la réduction de l'effet de manipulation dans le cadre du constat donne aux deux types d'action la même efficacité. Toutefois, quel que soit le type d'action et quel que soit l'âge des sujets, les acquisitions de l'inclusion dues à l'exercice effectif d'une manipulation se révèlent étroitement liées à l'existence d'un niveau antérieur très élaboré de la conduite de classification. Cette dépendance implique une continuité fonctionnelle entre les deux types d'action qui interviennent dans l'acquisition de l'inclusion. Dans la mesure où les dénnotations et connotations verbales des stimuli accélèrent la mobilité de classification, cette continuité fonctionnelle repose-rait, partie sur la manipulation des objets, partie sur l'exercice du langage.

Le rôle de la manipulation renforcée par l'exercice du langage paraît très précoce. L'étude des pré-tests montre dans les exercices de classification des réussites chez les plus jeunes sujets (4;1 - 4;8) pour le moins égales et souvent supérieures à celles des sujets plus âgés. Ces réussites sont toujours accompagnées d'un réglage verbal pour le moins partiel des « tous ». L'efficacité de la manipulation cesse lorsque ce réglage devient complet, au moment où s'instaurent des circuits cognitifs à plus long terme qu'elle a contribué à élaborer.

A l'âge de nos plus jeunes sujets, les différents circuits coïncident et conduisent à des acquisitions analogues :

$$\left. \begin{array}{l} \text{Cl.P} \\ \text{Cl.V} \end{array} \right\} \simeq \text{CP2} + \text{V}; \text{CP2} + \text{M} \simeq \text{E}.$$

Au niveau d'âge suivant, la supériorité marquée des situations CP2, CP2 + V et E sur toutes celles qui font intervenir la manipulation marque l'abandon d'un circuit qui ne correspond plus au contexte actuel du développement.

L'acquisition du réglage des « tous » constituerait la ligne de démarcation à partir de laquelle de nouveaux circuits d'atteinte de l'inclusion deviennent possibles. Le démarquage n'est pas brutal. L'observation de la manipulation d'autrui (CP2, CP2 + V) fait le lien entre celle du sujet (Cl.P, Cl.V et CP2 + M) et l'action virtuelle (E) qui s'exerce dans un contexte de représentation d'objets.

CONCLUSION

Nous avons formulé l'hypothèse de base suivante : les indices perceptifs, les verbalisations et la manipulation pourraient jouer un rôle différent en faveur de l'inclusion, selon l'âge des sujets et selon les démarches cognitives induites par les procédures expérimentales. L'ensemble de nos résultats tend à vérifier cette hypothèse, avec toutefois une certaine distorsion : le rôle des facteurs cités est davantage spécifié par l'âge que par les procédures utilisées.

A partir d'un donné perceptif dont la complexité et la richesse constituent une condition générale nécessaire, il semble en effet que ce soit l'âge de l'enfant qui détermine, au premier chef, l'efficacité relative de la manipulation et du langage. A l'intérieur de cette détermination, les rôles de la manipulation et des verbalisations seraient structurés par les processus cognitifs que les procédures expérimentales induisent.

La comparaison des résultats observés à l'issue des divers apprentissages a permis d'éclairer les rôles des trois facteurs. Nous préciserons tout d'abord les caractéristiques générales de leur intervention dans les limites qui sont celles de cette recherche. Nous dégagerons ensuite la signification et les implications de l'ensemble des résultats.

I. — Les caractéristiques générales de l'intervention des trois facteurs

La première de ces caractéristiques est l'étroite intrication de base des facteurs de manipulation, de perception et de langage dans les acquisitions antérieures du sujet.

L'étude de l'ensemble des pré-tests fait apparaître chez tous les enfants non incluants de notre échantillon une organisation relativement

élaborée des conduites pratiques et verbales de classification. Au pré-test, tous les enfants observés, à l'exception de six sujets, donnent pour le moins deux réponses correctes à l'épreuve de réglage des « tous »; d'autre part, 60 % des plus jeunes sujets et 40 % des plus âgés obtiennent les scores maxima aux épreuves de classification dans les cerceaux. Les comparaisons effectuées au Chapitre V montrent que ces assimilations antérieures relèveraient déjà des exercices de manipulation et de langage associés à celui de l'activité perceptive. D'autre part, si certains entraînements conduisent à des acquisitions d'inclusion indépendantes des réussites maximales aux classifications et au réglage des « tous » du pré-test, tous les effets d'apprentissage vont de pair avec un certain niveau de réussite à ces deux épreuves, niveau initial qui est pour le moins celui de tous les sujets de notre échantillon. Les acquisitions d'inclusion sont donc redevables en partie à cette interaction précoce des trois facteurs qui apparaît au pré-test dans les réussites des plus jeunes sujets (4;1 - 4;9).

La seconde caractéristique paraît être l'émergence, à partir de cette intrication de base, d'une prépondérance des liaisons langage-perception succédant aux liaisons manipulation-perception.

Cette succession des prépondérances apparaît déjà à l'étude des pré-tests où l'on voit les sujets les plus jeunes l'emporter sur les sujets les plus âgés dans une épreuve pratique, alors que les sujets plus âgés l'emportent dans les épreuves verbales. Elle s'affirme très nettement dans les expériences d'apprentissage où la manipulation conduit toujours à des effets restrictifs chez les sujets plus âgés; où chez ces mêmes sujets les situations sans manipulation entraînent des acquisitions plus importantes que celles des plus jeunes enfants. Le premier niveau d'âge de notre échantillon, 4;1 - 5;2, semble coïncider avec le moment du développement de l'inclusion où s'amorce le renversement de l'efficacité des deux liaisons, ce renversement étant un état de faits chez les enfants âgés de 5;3 à 6;4. La perte de l'efficacité de la manipulation semble plus précoce dans les performances spontanées des pré-tests que dans celles qui sont provoquées par l'apprentissage.

Ces fluctuations selon l'âge, de l'efficacité des rôles de la manipulation et du langage dans leur liaison avec la perception, constituent une caractéristique fondamentale du jeu des trois facteurs. La modulation de l'émergence successive des circuits de la manipulation et du langage par une activité perceptive spécifique que les procédures entraînent, achève de caractériser la ligne générale de cette intervention telle que nos résultats l'ont fait apparaître.

L'activité perceptive du sujet est stimulée par les indices des classes d'objets à deux niveaux : celui très général de la complexité nécessaire du matériel, celui plus précis de la structuration de ce matériel par les processus cognitifs que les diverses procédures suscitent : exercice fonctionnel, constat, assimilation des connaissances transmises par l'adulte.

On a dessiné ainsi, à partir de l'ensemble des résultats, les grandes lignes du jeu de certains facteurs de manipulation, de langage et de perception, en faveur de l'inclusion. Nous ne prétendons pas en avoir éclairé toute la complexité. Notre apport est limité longitudinalement par l'âge de nos sujets de 4;1 à 6;4; il l'est transversalement par nos situations expérimentales. Bien qu'on ait tenté d'éviter un pointillisme stérile par l'organisation générale des expériences, certaines d'entre elles restent très insuffisantes, en particulier en ce qui concerne le langage et la liaison langage-manipulation. Néanmoins, la cohérence observée entre les résultats des pré-tests et ceux des apprentissages tendrait à confirmer la réalité des grandes lignes de l'intervention des trois facteurs. Celle-ci s'avère beaucoup plus complexe que ne le laissait entrevoir la théorie opératoire.

II. — Modèle piagétien et fonctionnement du sujet dans l'acquisition de l'inclusion

En mettant en relation avec l'âge et les processus cognitifs l'intervention de certains facteurs de perception, de langage et d'action, nous nous sommes situés dans une perspective génétique réellement fonctionnelle. Il semble que cela ait permis de spécifier, entre 4 et 6 ans environ, certains processus du développement de l'inclusion que la perspective piagétienne laisse dans l'ombre ou sous-estime.

1) *Action, langage, perception et inclusion.*

Nous avons exposé dans notre introduction l'application que PIAGET et SZEMINSKA [70], PIAGET et INHELDER [66], ont fait de la théorie opératoire à l'acquisition de l'inclusion. Le développement de l'inclusion y est relié à certaines actions élémentaires coordonnées aux régulations de plus en plus complexes qui assurent leur intériorisation et leur généralisation selon les lois de l'équilibration. Le langage joue ici un

rôle adjuvant au niveau de l'achèvement de la structure sous sa forme généralisée et les données perceptives peuvent constituer à la fois un adjuvant et un obstacle à ce développement.

Les actions pratiques sur les objets sont bien premières de fait et par la force des choses. Mais leur apport n'apparaît rentable que dans la mesure où il est associé très précocement et étroitement à celui de l'exercice du langage. Hors de ce contexte, la décentration à l'égard du donné perçu, entraînée par le seul exercice des classifications pratiques, s'avère très réduite; les sourds-muets âgés de 15 ans observés par OLÉRON [51] ont bien du mal à dépasser le premier changement de critère.

Dès que le langage intervient dans le développement de l'enfant, son exercice constitue une activité au même titre que l'activité pratique, mais avec un pouvoir de décentration plus important vis-à-vis du perçu. Nommer les objets, c'est les manier sans les toucher; nommer ses propres actions, c'est prendre à leur égard un certain recul. Dans l'expérience du Chapitre IV, l'introduction des verbalisations des indices des classes entraîne, chez les plus jeunes sujets, une modification de la conduite de classification dans le sens d'une plus grande mobilité. Le rôle de l'association manipulation-langage semble être précocement assuré et précocement terminé puisqu'aucune modification provenant des verbalisations n'est observée dans les classifications des sujets âgés de 5;3 à 6;4. Le langage paraît être une des conditions nécessaires à l'établissement des mécanismes d'anticipation et de rétroaction qui, selon PIAGET et INHELDER [66], constituent les principales « régulations » des actions élémentaires pratiques de classification.

Plus spécifiquement encore et sans limite dans le temps, la familiarisation avec les dénominations et les significations des mots qu'entraîne l'exercice du langage constituerait un facteur important dans le développement de l'inclusion. Une expérience de KOHNSTAMM exposée dans notre introduction a montré que la familiarité provoquée par l'action sur l'objet est moins importante en faveur de l'inclusion que la familiarité avec la dénomination des objets [32]. Les comparaisons effectuées au Chapitre V entre les résultats observés dans la situation didactique (E) et ceux obtenus dans le constat avec manipulation (CP2 + M) nous permettent de préciser les conclusions de KOHNSTAMM. L'incidence de deux ordres de familiarité est équivalente entre 4 et 5 ans environ; la familiarité avec la dénomination et la signification des concepts simples commence à l'emporter aux environs de 5 ans (cf. la comparaison des résultats observés en CP2 + M et E

chez les sujets âgés de 5;3 à 6;4); la familiarité avec les dénominations n'est d'ailleurs pas étrangère à l'observation de la manipulation d'autrui; KOHNSTAMM l'a démontré en comparant la précocité relative des acquisitions d'inclusion concernant les noms tels que « fruits » et « voitures ».

L'insertion précoce du langage dans les circuits courts de l'action pratique contraint l'enfant à utiliser peu à peu des circuits plus longs qui font intervenir la représentation (anticipation puis rétroaction). L'usage de ces circuits longs permet à l'action pratique d'autrui d'être utilisée d'abord aussi efficacement puis plus rentablement que l'action propre du sujet. Le langage, dans ses liaisons avec l'activité perceptive, peut devenir alors, selon la thèse d'OLÉRON [51], un modèle de la réalité perçue plus complet que celui donné par l'action pratique. C'est ce qui apparaît lorsque l'on compare, au niveau d'âge 5;3 - 6;4, les résultats observés dans le constat élargi associé à la manipulation (CP2 + M) avec ceux du même constat élargi effectué hors de la présence d'objets concrets (E) mais associé à l'explication verbale de l'inclusion.

L'efficacité des nouvelles stratégies entraîne leur utilisation préférentielle. L'étude des performances réalisées aux épreuves pratiques et verbales des pré-tests, tout autant que celle des apprentissages de notre première expérience, montre que l'enfant perd, pendant un certain temps, l'habileté acquise dans les circuits courts. Il la recouvrera vraisemblablement lorsque les acquisitions dues à l'exercice des nouveaux circuits lui permettront d'utiliser la manipulation comme support et non plus comme organisateur des conduites de classification.

Quant aux données perceptives, seule leur restriction peut constituer un obstacle à l'acquisition de la notion. C'est le cas des situations schématiques des tests de quantification de l'inclusion (y compris les nôtres). Elles permettent d'évaluer la maîtrise d'une acquisition qui résiste aux apparences, mais elles ne rendent compte en fait ni du rôle réel du perçu dans le développement, ni de celui de l'activité perceptive suscitée.

On pense avec HATWELL [24] que s'il existe un conflit entre les aspects figuratifs et le raisonnement, c'est la richesse et la complexité des données perceptives qui peut le résoudre, et non leur restriction. La cécité, définie par HATWELL comme « une limitation de la connaissance figurative » (p. 20), ne favorise en rien l'acquisition des opérations logiques concrètes. La réduction des indices dans les situations de constats restreints de notre première expérience ne conduit qu'à des acquisitions d'inclusion « empiriques » dont l'effet disparaît au post-test. Les mises en relation multiples suscitées chez le sujet par la multiplicité

des indices perçus masquent et pallient les effets perturbants de certains aspects figuratifs.

Mais l'utilisation de données perceptives multiples se révèle tributaire, d'une part, des acquisitions actuelles du sujet constituées tout autant par des stratégies que par des réponses, d'autre part, de la structuration préalable du milieu sur ces données. On touche ici du doigt l'interaction constante entre le sujet et son environnement qui régit le développement cognitif. La perspective opératoire tient certes, théoriquement, cette interaction pour une nécessité. Pratiquement, dans la mesure où elle s'intéresse davantage à l'assimilation qu'à l'accommodation, elle tend à réduire le rôle du milieu à celui de « condition matérielle dans laquelle les actions du sujet peuvent se réaliser » [MORF, 43, p. 16] ou à celui de « rencontres avec les observables » selon INHELDER *et al.* [28, p. 63]. Plus que « condition d'exercice », le milieu apparaît, selon l'expression heureuse de REUHLIN, comme le « partenaire » de l'enfant, dans la mesure où il oriente son activité et donne à celle-ci des réponses [73]. L'ensemble de nos expériences montre que plus la situation expérimentale est à la fois riche et structurée dans le sens de l'acquisition visée, plus l'activité perceptive, dans ses liaisons avec l'activité pratique ou verbale, se révèle efficace. Les réponses du milieu sont ici soit des structurations figuratives (constat élargi concret) soit des réponses verbales où l'adulte transmet une connaissance (constat didactique).

Ainsi langage et données perceptives jouent à tous moments du développement de l'inclusion à la fois comme acquisitions préalables du sujet et comme réponses du milieu à l'activité plus ou moins décentrée que ces acquisitions antérieures commandent. Les facteurs de langage et de perception contribuent tout autant à la construction qu'à la généralisation de la notion. Leur complémentarité est telle que la limitation de l'un peut être palliée dans une certaine mesure par l'exercice de l'autre, ainsi que l'étude comparée des acquisitions logiques chez les enfants sourds-muets et aveugles tendrait à le montrer [cf. McANDREW, cité par HATWELL, 24].

2) *Classification et inclusion.*

La structuration préalable des situations de constats paraît, dans nos expériences et pour l'âge de nos sujets, constituer un milieu « optimal » pour le développement de l'inclusion. Si les sujets les plus

âgés doivent y abandonner l'action pratique, les sujets les plus jeunes y sont à l'aise dans tous les circuits. Par contre, l'intervention nécessaire de la manipulation dans les situations expérimentales de classification semble introduire une sorte de frein qui réduit les acquisitions d'inclusion. Ces constatations s'opposent à l'interprétation qui voit dans l'exercice des classifications ascendantes et descendantes la seule voie d'accès à l'inclusion.

A l'âge des enfants de notre échantillon, l'exercice pratique de classification conduit à une mobilité générale qui s'avère davantage l'indice d'une certaine décentration à l'égard du perçu, qu'une conquête pré-logique ou logique spécifique. Ce sont les premières acquisitions d'inclusion effectuées selon une démarche d'organisation figurative des données perceptives, qui orienteraient cette mobilité très générale. Ainsi spécifiée, elle pourrait être alors utilisée par le sujet pour coordonner et généraliser ces « intuitions » empiriques dont les auteurs piagétiens minimisent l'importance. Il y aurait par la suite interaction constante entre les deux processus, l'un perfectionnant l'autre jusqu'à la résolution des décalages « horizontaux ». Il semble bien que le sujet concret ait besoin d'acquisitions d'inclusions partielles, dues vraisemblablement à des coordinations « intuitives », pour élaborer, pas à pas, des conduites « opératoires » de classification. A chaque palier les conduites de classification permettraient de généraliser les acquisitions empiriques et le circuit se renouvellerait jusqu'à ce que la « règle » soit utilisable sans recours à l'expérience.

L'exercice des classifications jouerait davantage au niveau des coordinations et des régulations qu'à celui de l'acquisition proprement dite. Les aveugles observés par HATWELL accusent un retard important aux épreuves de classifications, alors qu'ils n'en marquent pas aux épreuves d'inclusion concrètes et verbales.

On peut augurer que chez des incluant partiel, l'exercice fonctionnel de schèmes plus ou moins élaborés de classification puisse être plus efficace, en faveur de l'inclusion généralisée, qu'un apprentissage réalisé dans le cadre de constats. C'est ce qui permettrait d'ailleurs d'expliquer les seuls résultats observés par MORF, dans son exercice de classements multiples, sur des sujets en grande partie partiellement incluant (cf. Introduction, § II). Mais, en fin de compte, l'efficacité ainsi prédite n'est possible que dans la mesure où ces acquisitions partielles — et toutes les acquisitions sont partielles jusqu'aux confins de l'étape formelle — s'effectuent selon des stratégies cognitives qui permettent une utilisation « opératoire » de la manipulation. Dans

l'élaboration de ces stratégies, nous avons analysé plus haut le rôle nécessaire des activités verbales et perceptives.

L'étude expérimentale du rôle des facteurs de perception, de langage et d'action a permis d'éclairer certains processus du développement de l'inclusion. Il semble qu'un modèle véritablement fonctionnel de cette acquisition doive moins s'opposer au modèle piagétien que le compléter. La perspective opératoire rend compte du changement des caractéristiques structurales des réponses de l'enfant, à chaque étape de son évolution; une perspective qui ne subordonnerait pas l'analyse fonctionnelle à l'épistémologie peut davantage aider à spécifier les processus qui conduisent à ces changements.

3) *L'acquisition de l'inclusion : recherche et pédagogie.*

La construction d'un modèle fonctionnel de l'acquisition de l'inclusion réclame des recherches à la fois plus étendues et plus précises que celle qui est ici présentée. Nous pensons, à travers l'étude du rôle de certains facteurs de perception, de langage et d'action, avoir esquissé quelques traits du fonctionnement du sujet dans son atteinte de l'inclusion. Cette esquisse même nécessite des compléments dans plusieurs directions.

On peut se demander en effet quel est le devenir des acquisitions naturelles et provoquées, selon les circuits cognitifs auxquels elles sont liées. Les schèmes d'inclusion dus à l'intervention de l'action pratique vont-ils subsister et se différencier au moment de l'instauration de circuits à plus long terme, ou devront-ils s'effacer pour être restructurés selon les nouvelles stratégies ?

On peut se demander aussi si les inclusions partielles se généraliseront aussitôt à l'aide d'exercices de classification, ou s'il faut attendre un certain palier d'acquisitions « horizontales » pour que cet exercice soit suffisant. Au moment où cette stratégie apparaîtrait suffisante, les exercices de constats ne joueraient-ils pas alors ce rôle de frein qui est celui de la manipulation à une étape antérieure du développement ?

L'efficacité de l'entraînement didactique aux deux niveaux d'âge de notre échantillon pose également un problème. L'assimilation d'une certaine connaissance transmise par l'adulte resterait-elle, à tous les niveaux de la spirale de l'évolution, l'équivalente en efficacité de l'exercice des organisations actuelles du sujet, relatives à l'inclusion ?

Des investigations transversales et longitudinales, où des études de l'inclusion spontanée seraient associées à des expériences d'apprentissage, s'avèrent nécessaires pour répondre à ces questions. L'approche tentée au cours de cette recherche, tout autant que des investigations futures plus précises, ne peut rester étrangère à la pédagogie pré-mathématique de l'école maternelle. Dans la mesure où l'initiation à l'inclusion est tentée dans les grandes sections, nos résultats, bien que fragmentaires, peuvent déjà être l'indication de précautions à prendre.

Quand il s'agit de logique, ou de mathématique, l'enfant doit obligatoirement abstraire à un moment ou à un autre. Maintenir trop longtemps, à partir d'un certain âge, des exercices de manipulation orientés vers une acquisition logique, peut figer l'enfant dans des schèmes de réponses peu généralisables. L'activité de l'enfant, entre 5 et 6 ans, se révèle souvent plus intense dans une situation d'observation apparemment passive que dans un exercice où il intervient lui-même sur les objets.

Dans sa construction des notions logiques, il semble également que l'enfant ait besoin, ainsi que dans toute autre construction, d'une structuration du milieu et des réponses de celui-ci à ses activités. L'explication verbale donnée au moment propice constitue une des réponses les plus favorisantes de l'environnement. Elle ne doit pas être sous-estimée. Elle est nécessaire à l'enfant pour franchir une certaine étape; son absence peut le contraindre à l'essoufflement et à la stagnation.

Il ne saurait s'agir d'ailleurs, en aucun cas, de reproduire telles quelles des situations expérimentales d'apprentissage. L'enfant, dans son développement naturel, n'est pas confronté à la question d'inclusion. Ceci n'est pas une raison pour la rejeter; c'en est une pour assortir son usage de précautions. Par contre, l'utilisation des diagrammes d'Euler, matérialisés à l'aide de ficelles, sans référence à la quantification de l'inclusion, ne paraît pas sans danger. Ces diagrammes sont à l'usage d'adultes, incluant stables, qui s'en servent en tant que symboles. Leur utilisation, sans explication de l'inclusion, précipite l'enfant dans la prégnance de l'opposition entre sous-classes qu'il est en train ou qu'il vient de surmonter. S'il est légitime et même souhaitable d'utiliser des configurations perceptives en tant que supports de tests d'acquisition, il est dommageable de les inclure sans précautions dans une situation pédagogique.

Quelles que soient les pédagogies en cours et quelles que soient les explications théoriques, l'enfant, il est vrai, s'il n'est pas débile,

parviendra à l'inclusion. Mais le problème n'est peut-être pas tant celui de l'acquisition en soi de la notion que celui du parcours optimal à effectuer pour y parvenir. La maîtrise effective de la relation dépend peut-être de l'utilisation, au moment voulu, de certains circuits, de certaines démarches cognitives.

Les étapes possibles et optimales de la construction de la notion ne peuvent sans doute être étudiées rigoureusement que par l'expérimentation. Mais celle-ci ne peut traiter d'emblée tous les termes du problème. Des échanges systématiques, à propos de l'acquisition des notions logiques, entre les observations des pédagogues et celles des chercheurs psychologues seraient des plus profitables aux uns et aux autres. Ils contraindraient à la vigilance la démarche pédagogique, à la prudence l'interprétation psychologique. L'enfant en serait le premier bénéficiaire.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] AHR P.R., YOUNISS J. — Reasons for failure on the class inclusion problem. *Child Developm.*, 1970, **41**, 131-143.
- [2] APOSTEL L. — Logique et apprentissage. *Etudes d'Epist. génét.*, **VIII**, Paris, P.U.F., 1959, 1-138.
- [3] BATRO A.M. — *Dictionnaire d'Epistémologie génétique*, Paris, P.U.F., 1966.
- [4] BEILIN H. — Learning and operational convergence in logical thought development. *J. exp. child. Psychol.*, 1965, **2**, 317-339.
- [5] BETH E.W., PIAGET J. — Epistémologie mathématique et psychologie. *Etudes d'Epist. génét.*, **XIV**, Paris, P.U.F., 1961.
- [6] BRAINERD C.J. — Order of acquisition of transitivity, conservation & class inclusion of length and Weight. *Developm. Psychol.*, 1973, **8**, 105-116.
- [7] BRAINERD C.J. — Neopigietian training experiments revisited: is there any support for the cognitive developmental stage hypothesis? *Cognition*, 1974.
- [8] BRAINERD C.J., KASZOR P. — An analysis of two proposed sources of error on the class inclusion problem. *Developm. Psychol.*, 1974, **10**, 633-644.
- [9] BRIAN C.R., GOODNOUGH F.L. — The relative potency of colour and form perception at various ages. *J. exper. Psychol.*, 1929, **12**, 197-213.
- [10] BRUNER J.S. — Le processus de préparation à la perception. *Etudes d'Epist. génét.*, **VI**, Paris, P.U.F., 1958.
- [11] BRUNER J.S., OLVER R., GREENFIELD P. & coll. — *Studies in cognitive growth*, New York, Wiley, 1966.
- [12] DENNEY N.W. — A developmental study of free classification in children. *Child. Developm.*, 1972, **43**, 221-232.
- [13] DODWELL P.C. — Relations between the understanding of the logic of classes of cardinal number in children. *Canad. P. Psychol.*, 1962, **16**, 152-160.
- [14] DODWELL P.C. — Children's understanding of spatial concepts. *Canad. J. Psychol.*, 1963, **17**, 141-161.
- [15] ELKIND D. — The development of the additive composition of classes in the child: Piaget replication, study III. *J. genet. Psychol.*, 1961, **99**, 51-57.
- [16] ENGELMANN S. — Cognitive structures, related to the principle of conservation. *Recent research of Conservation of substance*, 1967, The Ontario Institute for studies in Educ., 25-31.
- [17] GALPERINE P.Y. — Sur la formation par étapes des actions et des concepts. *Recherches psychologiques in U.R.S.S.*, Moscou, 1966.

- [18] GIBSON J.J., GIBSON E.J. — Perceptual learning: differentiation or enrichment? *Psychol. Rev.*, 1959, 52, 74-81.
- [19] GOLDSTEIN K., SCHEERER M. — Abstract and concrete behavior, an experimental study with special test. *Psychol. Monogr.*, 1941, 53, n° 239, 1-151.
- [20] GRÉCO P. — L'apprentissage dans une situation à structure opératoire concrète: les inversions successives de l'ordre linéaire par des rotations de 180°. *Etudes d'Epist. génét.*, 1959, VII, Paris, P.U.F., 68-182.
- [21] GRÉCO P. — Organisation des relations spatiales, in *Etudes d'Epist. génét.*, 1964, XVIII, Paris, P.U.F., 258-280.
- [22] GRÉCO P. — Apprentissage et structure intellectuelles, in *Traité de Psychologie Expérimental*, 1967, VII, 157-207.
- [23] HATANO, GIYOO, KUHURA, KEIKO. — Training on class inclusion problem. *Jap. psychol. res.*, 1972, 14 (2), 61-69.
- [24] HATWELL Y. — *Privation sensorielle et intelligence*, Paris, P.U.F., 1966.
- [25] HEALD J.E., MARZOFF S.S. — Abstract behavior in elementary school children as measured by the Goldstein Shceerer Test & the Weigh Goldstein Scheerer Color Form Sorting Test. *J. clin. Psychol.*, 1953, 10, 59-62.
- [26] HEIDBREDER E. — The attainment of concept: VI. Exploratory experiments of conceptualization at perceptual levels. *J. Psychol.*, 1948, 26, 193-216.
- [27] INHELDER B. — Developpement, régulations et apprentissage, in *Psychologie et épistémologie génétique, thèmes piagétien*, Paris, Dunod, 1966, 177-188.
- [28] INHELDER B., SINCLAIR H., BOVET M. — *Apprentissage et structure de la connaissance*, Paris, P.U.F., 1974.
- [29] JENNINGS R.J. — The effect of verbal and pictorial presentation of class inclusion competence and performance. *Psychonomic Sci.*, 1970, 20, 357-358.
- [30] KLAHR D., WALACE I.G. — Class inclusion processes in FARNHAM-DIGGORY, ed., *Information processing in children*, New-York, Academic-Press, 1972.
- [31] KOFSKY E. — A scalogram study of classificatory development. *Child Developm.*, 1966, 37, 191-204.
- [32] KOHNSTAMM G.A. — An evaluation of part of Piaget's theory. *Acta Psychol.*, 1963, 21, 313-356.
- [33] KOHNSTAMM G.A. — *Piaget's analyses of class inclusion: right or wrong?* The Hague, Paris, Mouton & Co., 1967.
- [34] KUHN D. — Mechanisms of change in the development of cognitive structure. *Child Developm.*, 1972, 43, 833-844.
- [35] LASRY J.C. — Apprentissage empirico didactique de la notion d'inclusion, thèse non publiée, 1966, Université de Montréal, in KOHNSTAMM, *Piaget's analyses of class inclusion, right or wrong*, The Hague, Paris, Mouton & Co, 1967, 86-93.
- [36] LASRY J.C., LAURENDEAU M. — Apprentissage empirique de la notion d'inclusion. *Human Develop.*, 1969, 12 (3), 141-153.
- [37] LAURENDEAU M., PINARD A. — Réflexions sur l'apprentissage des structures logiques in *Psychologie et Epistémologie génétique: Thèmes piagétien*, Paris, Dunod, 1966.
- [38] LOEVINGER J. — A systematic approach to the construction and evaluation of tests of ability. *Psychol. Monogr.*, 1947, 61 (4), Whole, n° 285.

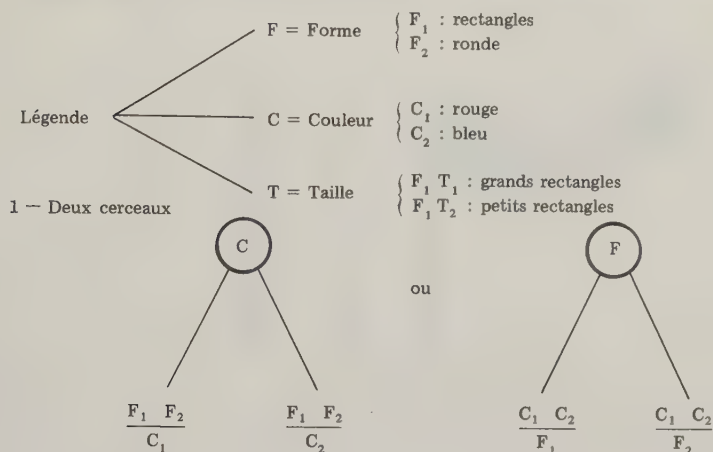
- [39] LOVELL K., MITCHELL B., EVERETT I.R. — An experimental study of the growth of some logical structures. *Brit. J. Psychol.*, 1962, 53, 175-188 & in SIGEL I.E., HOOPER F.H., *Logical thinking in children*, Londres, Holt & Co., 1969, 224-240.
- [40] LUNZER E.A. — Some points of Piagetian theory in the light of experimental criticism. *J. child. Psychol. Psychiat.*, 1960, 1, 191-202.
- [41] MAURY L. — L'acquisition de la notion de complément logique. *Travaux du Centre d'Etude des processus cognitifs du langage*, 1970, n° 2.
- [42] MIAO E. — Class inclusion concept development in children. *Philippine Journal Psychol.*, 1971, 4, 44-93.
- [43] MORF A. — Apprentissage d'une structure logique concrète (l'inclusion) : effets et limites in *Etudes d'Epist. génét.*, 1959, IX, Paris, P.U.F., 15-83.
- [44] OLÉRON P. — Pensée conceptuelle et langage. *Année psychol.*, 1951, 51, 89-120.
- [45] OLÉRON P. — Rôle du langage dans le développement mental : contribution tirée de la psychologie de l'enfant sourd-muet. *Enfance*, 1952, 5, 120-137.
- [46] OLÉRON P. — Classement multiple et langage. *J. Psychol. norm. pathol.*, 1953, 46, 299-315.
- [47] OLÉRON P. — Qu'est-ce que le développement intellectuel. *Rev. Neuropsychiat. infant.*, 1961, 9, 1-12.
- [48] OLÉRON P. — Le développement des réponses à la relation identité-dissemblance. Ses rapports avec le langage. *Psychol. franç.*, 1962, 7, 4-16.
- [49] OLÉRON P. — Les activités intellectuelles. *Traité de Psychologie expérimentale*, VII, Paris, P.U.F., 1963, 1-63.
- [50] OLÉRON P. — La transmission des connaissances : problèmes psychologiques et pédagogiques. *Bull. Psychol.*, 1971-1972, 25, 2-4, 65-71.
- [51] OLÉRON P. — *Langage et développement mental*, Bruxelles, Dessart, 1972.
- [52] OLÉRON P. — *L'intelligence*, Paris, P.U.F. (coll. « Que Sais-je ? »), 1974.
- [53] OLÉRON P., GUMUSYAN A., MOULINOU M. — Extension des concepts et usage du langage. *Psychol. franç.*, 1966, 11, 149-161.
- [54] OLÉRON P., TRAN-THONG. — L'acquisition des conservations et l'apprentissage. *Année Psychol.*, 1968, 2, 549-575.
- [55] PASCUAL-LEONE J., BOVET M.C. — L'apprentissage de la quantification de l'inclusion et la théorie opératoire. *Acta psychol.*, 1966, 25, 334-356.
- [56] PASCUAL-LEONE J., BOVET M. — L'apprentissage de l'inclusion et la théorie opératoire, partie II : « Quelques résultats expérimentaux nouveaux », *Acta psychol.*, 1967, 26, 64-76.
- [57] PETERS D. — Verbal mediators and cue discrimination in the transition from non conservation to conservation of number. *Child Developm.*, 1970, 41, 707-721.
- [58] PIAGET J. — Essai sur quelques aspects du développement de la notion de partie chez l'enfant. *J. Psychol.*, 1921, 17, 449-480.
- [59] PIAGET J. — *La psychologie de l'intelligence*, Paris, Colin, 1947.
- [60] PIAGET J. — Perception, Motricité et Intelligence. *Enfance*, 1956, n° 2, 9-14.
- [61] PIAGET J. — Logique et équilibre dans les comportements du sujet, in *Etudes d'Epist. génét.*, 1958a, II, Paris, P.U.F., 27-117.

- [62] PIAGET J. — Assimilation et connaissance, in *Etudes d'Epist. génét.*, 1958b, V, Paris, P.U.F., 49-93.
- [63] PIAGET J. — Apprentissage et connaissance, a) 1^{re} partie: *Etudes d'Epist. génét.*, 1959a, VIII, 21-27; b) 2^e partie: *Etudes d'Epist. génét.*, 1959b, X, 159-188.
- [64] PIAGET J. — Le langage et les opérations intellectuelles in *Problèmes de Psycholinguistique*, Paris, P.U.F., 1963.
- [65] PIAGET J., INHELDER B. — *De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent*, Paris, P.U.F., 1955.
- [66] PIAGET J., INHELDER B. — *La genèse des structures logiques élémentaires*, Neuchâtel, Delachaux & Niestlé, 1959.
- [67] PIAGET J., INHELDER B. — Les opérations intellectuelles. *Traité de Psychologie expérimentale*, 1963, VII, 109-155.
- [68] PIAGET J., INHELDER B. — *La psychologie de l'enfant*, Paris, P.U.F., 1966.
- [69] PIAGET J., MORF A. — Les isomorphismes partiels entre les structures logiques et les structures perceptives in *Etudes d'Epist. génét.*, 1958, VI, Paris, P.U.F.
- [70] PIAGET J., SZEMINSKA A. — *La genèse du nombre chez l'enfant*, Neuchâtel, Delachaux & Niestlé, 1941.
- [71] PINARD A., LAURENDEAU M. — A scale of mental development based on the theory of Piaget's description of a project. *J. of Research in Science Teaching*, 1964, 2, 253-260.
- [72] RAVEN C. — *Progressive Matrices*, London, Lewys, 1938.
- [73] REUCHLIN M. — Facteurs socio-économiques du développement cognitif. *Milieu et développement*, Paris, P.U.F., 1972, 69-142.
- [74] ROUANNET H. — Cours de statistique. *Bull. Psychol.*, 1966, 253, XX (3-4), 201-221; 1967, 259, XX (18-19), 114-123; 1969, 273, XXII (3-4), 221-228.
- [75] SHANTZ C.V. — A developmental study of Piaget's theory of logical multiplication. *Merrill-Palmer Quart.*, 1967, 13 (2), 121-138.
- [76] SIEGEL S. — *Non-parametric statistics for the behavioral sciences*, New-York, Mc Graw-Hill, 1954.
- [77] SIGEL I.E. — Reflections in SIGEL I.E., and HOOPER F., *Logical thinking in children*, London, Holt & Rinehart, 1969, 504-528.
- [78] SINCLAIR DE ZWART H. — *Acquisition du langage et développement de la pensée*, Paris, Dunod, 1967.
- [79] SLAMA-CAZACU T. — Méthodologie de l'étude comparée des stimuli verbaux et non verbaux et quelques problèmes actuels de la psychologie expérimentale de la perception, in *Bull. Psychol.*, 1969, 276, XXII, 676-684.
- [80] SMEDSLUND J. — Apprentissage des notions de la conservation et de la transitivity du poids in *Etudes d'Epist. génét.*, 1959, IX, 85-124.
- [81] SMEDSLUND J. — The acquisition of conservation of substance and weight in children: III. Extinction of conservation of weight acquired «normally» and by means of empirical controls on a balance. *Scand. J. Psychol.*, 1961a, 2, 85-87.
- [82] SMEDSLUND J. — The acquisition of conservation of substance and weight in children: V. Practice in conflict situation without external reinforcement. *Scand. J. Psychol.*, 1961b, 2, 156-160.

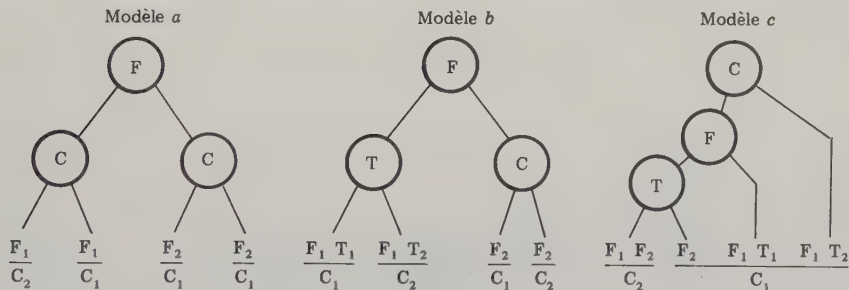
- [83] SMEDSLUND J. — The acquisition of conservation of substance and weight in children: VI. Practice on continuous versus discontinuous material in conflict situations without external reinforcement. *Scand. J. Psychol.*, 1961c, 2, 203-210.
- [84] SMEDSLUND J. — Concrete reasoning: a study of intellectual development. *Monogr. Soc. Res. child Developm.*, Serial 93, 1964, 29 (2), 3-39.
- [85] SMEDSLUND J. — Microanalysis of concrete reasoning: I, II, III. *Scand. J. Psychol.*, 1966, 7, 145-167.
- [86] SONSTROEM A.M. — On the conservation of solids, in BRUNER & al. *Stud. Cognitive growth*, New-York, J. Wiley, 1966, chap. X, 208-22.
- [87] SULLIVAN E.V. — Acquisition of conservation of substance through film modeling techniques, in *Recent research on acquisition of conservation of substance*, The Ontario Institute for Studies in Educ., 1967, 11-23.
- [88] TIGHE L.S. — Effect of perceptual pre-training on reversal and non reversal shifts. *J. exp. Psychol.*, 1965, 70, 379-385.
- [89] VIGOTSKY L.S. — *Thought and language*, Cambridge, M.I.T. Press, 1962.
- [90] VINCENT M. — Sur le rôle du langage à un niveau élémentaire de pensée abstraite. *Enfance*, 1957, 4, 443-464.
- [91] VINH-BANG. — Evolution des conduites et apprentissage in *Etudes d'Epist. génét.*, 1959, IX, Paris, P.U.F., 3-13.
- [92] VINH-BANG, LUNZER E. — Conservations spatiales in *Etudes d'Epist. génét.*, 1965, XIX, Paris, P.U.F., 59-157.
- [93] VURPILOT E. — Etude génétique sur la formation d'un concept: rôle des données perceptives. *Psychol. franç.*, 1960, 5, 135-152.
- [94] VURPILOT E. — Activités oculo-motrices et activités cognitives. *Bull. Psychol.*, 1969, 276, XXII, 660-668.
- [95] WINER G.A. — An analysis of verbal facilitation of class inclusion reasoning, unpublished manuscript, Ohio State University, in BRAINERD C.J., KASZOR P. An analysis of two proposed sources of error on the class inclusion problem. *Developm. Psychol.*, 1974, 10, 633-644.
- [96] WINNYKAMEN F. — *Modalités de l'activité du sujet dans l'acquisition des connaissances*, Paris, C.N.R.S. (Monogr. fr. de Psychologie, n° 26), 1974.
- [97] WOHLWILL J.F. — Un essai d'apprentissage dans le domaine de la conservation du nombre, in *Etudes d'Epist. génét.*, 1959, IX, Paris, P.U.F., 125-135.
- [98] WOHLWILL J.F. — From perception to inference: a dimension of cognitive development. *Monogr. Soc. Res. child. Developm.*, 1962, 27 (2), 87-112.
- [99] WOHLWILL J.F. — Piaget's system as a source of empirical research. *Merrill-Palmer Quart.*, 1963, 4, 253-262.
- [100] WOHLWILL J.F. — Vers une reformulation du rôle de l'expérience dans le développement cognitif in *Psychologie et Epistémologie génétique: thèmes piagétiens*, Dunod, Paris, 1966, 211-22.
- [101] WOHLWILL J.F. — Responses to class-inclusion questions for verbally and pictorially presented items in *Child Developm.*, 1968, 39, 449-466.

ANNEXE 1 (Chapitre I)

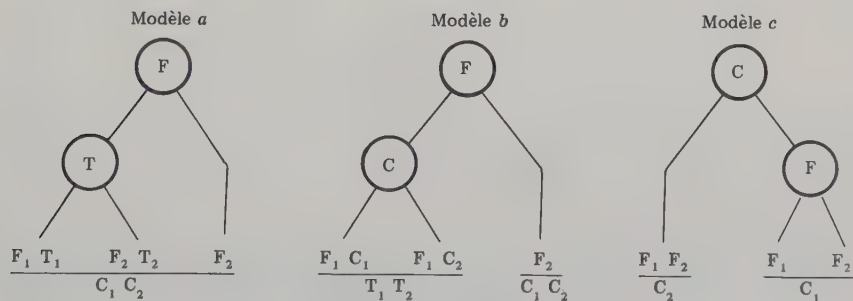
**Formalisation en arbres des modèles de classification de l'ensemble
dans deux, quatre et trois cerceaux (Cf. figure 4 du chapitre I)**



2 — Quatre cerceaux



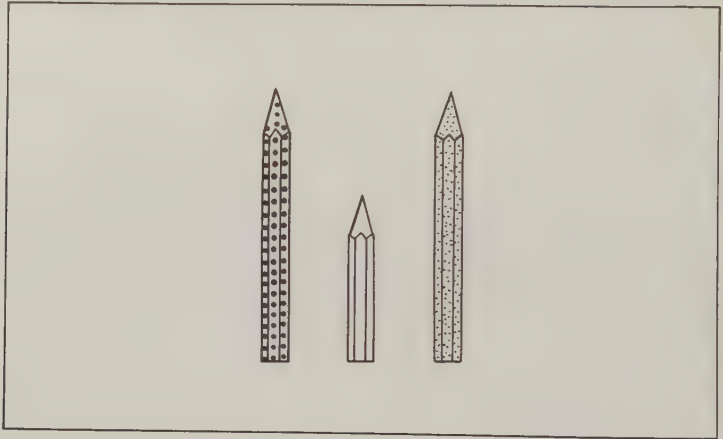
3 — Trois cerceaux



ANNEXE 2
(Chapitre IV)

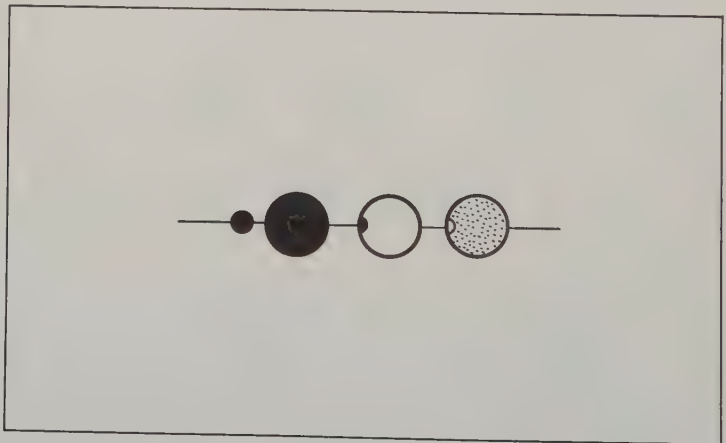
Quelques exemples d' « étiquettes » (indice perceptif)
et des « télégrammes » (indice verbalisé) qui leur correspondent

Etiquette



Télégramme : "Les crayons"

Etiquette

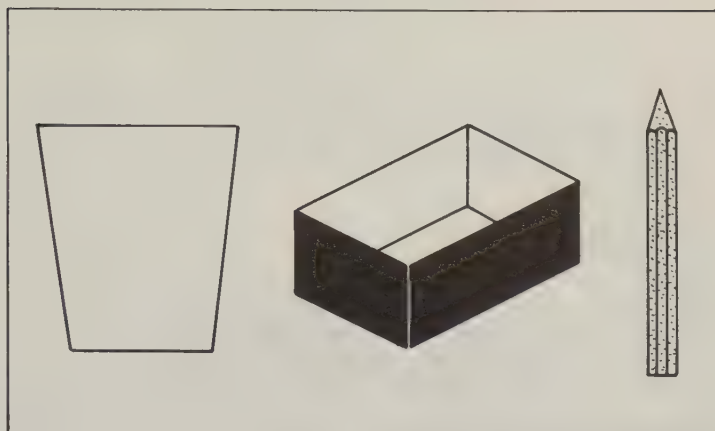


Télégramme : "Les perles"

CRITERE IDENTITE

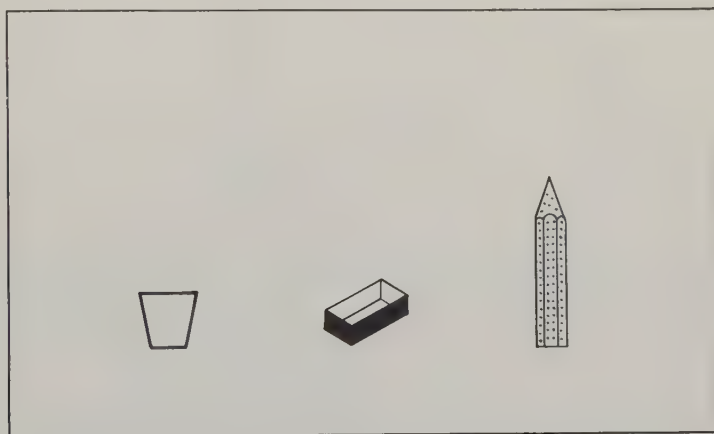
« Etiquettes » et « télégrammes » (suite)

Etiquette



Télégramme : «Ce qui est grand» . . . «Les objets qui sont grands»

Etiquette



Télégramme : «Ce qui est petit» . . . «Les objets qui sont petits»

CRITERE TAILLE

N.B. — A la première présentation qui utilise le critère « taille », les deux « étiquettes » proposées ici sont données ensemble.

ANNEXE 3
(Chapitre IV)

Ordre de présentation (boîtes, classes et critères requis)

PREMIÈRE SÉANCE.

<i>Matériel</i>	1. les verres : rouges, petits, grands
	2. les perles : vertes, rouges, jaunes, petites, grosses
	3. les boîtes : bleues, petites, grandes
	4. les crayons : jaunes.

I. — *Les perles et les crayons.*

	<i>Boîtes</i>	<i>Classes</i>	<i>Critères</i>
a.	2	perles/crayons	identité
b.	3	jaune/vert/rouge	couleur
c.	2	perles/crayons	identité

II. — *Les verres, les boîtes et les crayons.*

a.	3	verres/boîtes/crayons	identité
b.	4	vert/jaune/bleu/rouge	couleur
c.	2	petits/grands	taille
d.	4	vert/jaune/bleu/rouge	couleur
e.	2	contenus/contenants	usage
f.	3	verres/boîtes/crayons	identité

III. — *Les verres, les perles, les boîtes, les crayons.*

a.	4	verres/perles/boîtes/crayons	identité
b.	2	contenants/contenus	usage
c.	4	vert/jaune/bleu/rouge	couleur
d.	2	petits/grands	taille
e.	4	verres/perles/boîtes/crayons	identité

DEUXIÈME SÉANCE.

<i>Matériel</i>	5. les sacs : jaunes, rouges, bleus
	6. les boutons : bleus, rouges, petits, grands
	7. les gobelets : jaunes, verts, rouges, petits, grands
	8. les billes : bleues, rouges, petites, grosses.

I. — *Les boutons et les gobelets.*

	<i>Boîtes</i>	<i>Classes</i>	<i>Critères</i>
a.	2	boutons/gobelets	identité
b.	4	bleu/vert/jaune/rouge	couleur
c.	2	petits/grands	taille
d.	2	boutons/gobelets	identité

II. — *Les sacs, les boutons, les gobelets.*

a.	4	bleu/jaune/rouge/vert	couleur
b.	2	contenants/contenus	usage
c.	3	sacs/boutons/gobelets	identité
d.	2	petits/grands	taille
e.	4	bleu/jaune/rouge/vert	couleur

III. — *Les sacs, les boutons, les gobelets, les billes.*

a.	4	bleu/jaune/rouge/vert	couleur
b.	2	contenants/contenus	usage
c.	4	sacs/boutons/gobelets/billes	identité
d.	2	petits/grands	taille
e.	4	bleu/jaune/rouge/vert	couleur

L'ordre descendant est indiqué par le passage d'un certain nombre de boîtes à un nombre plus petit. Inversement l'ordre ascendant est indiqué par le passage d'un certain nombre de boîtes à un nombre plus grand.

IMPRIMERIE LOUIS-JEAN

Publications scientifiques et littéraires

TYPO - OFFSET

05002 GAP - Téléphone 51-35-23 *

Dépôt légal 121-1976

